



سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization

استاندارد ملی ایران ۲۰۷۰۴: سال ۱۴۰۴

تجدیدنظر اول

INSO 20704:2025

1st Revision

آب آشامیدنی حاصل از سامانه‌های نم‌زدایی - ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

Drinking water produced by desalinated systems -Physical and chemical specifications

ICS: 13.060.20

استاندارد ملی ایران ۲۰۷۰۴: سال ۱۴۰۴، آب آشامیدنی نمک‌زدایی شده-ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی –
تجدیدنظر اول

INSO 20704:2025, Drinking water produced by desalinated systems-Physical and chemical
specifications – 1st Revision

Published by:

**Iran National Standards Organization
(INSO)**

ناشر:

سازمان ملی استاندارد ایران

Tehran:

No. 2592, Valiasr Avenue, Vanak Square,
Tehran

Postal code: 1435694561

P.O. Box: 14155-6139

Tel: +98 21 88879461-5

Fax: +98 21 88887103

تهران:

تهران، میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

کد پستی: ۱۴۳۵۶۹۴۵۶۱

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن: ۰۲۱ ۸۸۸۷۹۴۶۱-۵

دورنگار: ۰۲۱ ۸۸۸۸۷۱۰۳

Karaj:

Standard Square, Karaj

Postal code: 3174734563

P.O. Box: 31585-163

Tel: +98 26 32806031-8

Fax: +98 26 32808114

کرج:

کرج، میدان استاندارد

کد پستی: ۳۱۷۴۷۳۴۵۶۳

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳

تلفن: ۰۲۶ ۳۲۸۰۶۰۳۱-۸

دورنگار: ۰۲۶ ۳۲۸۰۸۱۱۴

standard@inso.gov.ir

www.inso.gov.ir



به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

اولین گام نظام‌مند در حوزه استانداردسازی در ایران در سال ۱۳۰۴ با تصویب قانون اوزان و مقیاس‌ها برداشته شد. در سال ۱۳۳۲ با توجه به نیاز کشور به تشکیلاتی خاص برای انجام فعالیت‌های مرتبط با نظارت و انطباق کالاها با استانداردهای مرتبط از جمله کالاهای صادراتی، مرحله مطالعاتی راه‌اندازی اداره استاندارد آغاز و در سال ۱۳۳۹ قانون تأسیس مؤسسه استاندارد مصوب شد.

در سال ۱۳۴۴ با افزایش توانمندی‌های مؤسسه در زمینه‌های مختلف از جمله تدوین استانداردهای ملی، نظارت بر کیفیت کالاهای تولید داخل، صادراتی و وارداتی، توسعه فعالیت‌های آزمایشگاهی و صدور گواهی‌نامه‌های مرتبط و پس از تأسیس آزمایشگاه‌های تخصصی، با تصویب اساسنامه مؤسسه در مجلس شورای ملی، نام مؤسسه استاندارد به مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران تغییر یافت.

در سال ۱۳۹۶ به موجب قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد و با هدف افزایش پوشش استاندارد به تمامی محصولات، روزآمدسازی، تقویت، توسعه و ترویج استانداردها و تحکیم جایگاه مؤسسه در سطح کشور، عنوان مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر یافت.

به موجب این قانون، سازمان ملی استاندارد ایران به عنوان یک دستگاه اجرایی مستقل زیر نظر مستقیم رئیس جمهور اداره می‌شود و مرجع رسمی حاکمیتی در زمینه سیاست‌گذاری، حسن نظارت و هدایت نظام استاندارد و اطمینان بخشی به کیفیت کالاها و خدماتی است که در داخل کشور تولید، ارائه و/یا به کشور وارد یا از کشور صادر می‌شود.

فعالیت‌های سازمان ملی استاندارد ایران در چهار محور انجام می‌شود، در اینجا به برخی از فعالیت‌های هر محور اشاره شده است:

- ۱- استانداردسازی: تعیین، تدوین، به‌روزرسانی و نشر استانداردهای ملی، مشارکت در تدوین استانداردهای منطقه‌ای و بین‌المللی از طریق عضویت فعال در کارگروه‌های فنی، آموزش و ترویج استانداردها و فراهم کردن امکان دسترسی مردم به مشخصات و اطلاعات مربوط به استانداردهای کالا و خدمات در سطح کشور؛
 - ۲- اندازه‌شناسی: برنامه‌ریزی و نظارت بر امور اندازه‌شناسی قانونی کشور، ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها به عنوان سامانه رسمی اندازه‌شناسی قانونی در کشور و واسنجی وسایل سنجش؛
 - ۳- تأیید صلاحیت: تأیید صلاحیت نهادهای ارزیابی انطباق مانند آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی، نهادهای بازرسی‌کننده داخلی و خارجی، نهادهای گواهی‌کننده محصول، گواهی‌کننده اشخاص حقیقی و حقوقی و گواهی‌کننده سامانه‌های مدیریتی؛
 - ۴- ارزیابی انطباق: نظارت بر حسن اجرای استانداردها و تمام کالاها و خدمات دارای پروانه کاربرد نشان استاندارد، کنترل کیفیت کالاهای وارداتی به منظور جلوگیری از ورود کالاهای نامرغوب و حمایت از مصرف‌کنندگان و تولیدکنندگان داخلی، کنترل کیفیت کالاهای صادراتی به منظور فراهم کردن امکان رقابت با کالاهای مشابه خارجی و حفظ بازارهای بین‌المللی.
- در حوزه تدوین استانداردهای ملی، سازمان ملی استاندارد ایران از طریق نیازسنجی و جمع‌آوری اطلاعات از وزارتخانه‌ها، سازمان‌ها، واحدهای تولیدی و خدماتی، مراکز علمی، دانشگاهی و پژوهشی، کارگروه‌های فنی، اتحادیه‌ها و انجمن‌های صنفی و صنعتی و دفاتر تخصصی سازمان نسبت به برگزاری کارگروه ملی برنامه‌ریزی استاندارد و تعیین اولویت‌های تدوین و تجدیدنظر استانداردها اقدام می‌کند.
- براساس روش اجرایی فرایند تدوین استانداردهای ملی، تهیه پیش‌نویس استانداردهای ملی به دبیران واجد شرایط واگذار می‌شود تا این پیش‌نویس‌ها را براساس منابع معتبر، دستاوردهای علمی، فناوری‌های نوآیند و تجربه جمعی، با هدف ارتقای منافع جامعه تدوین کنند. پیش‌نویس استانداردها سپس به منظور نظرسنجی برای مراجع ذی‌نفع و ذی‌ربط ارسال و در کارگروه ملی تصویب استاندارد، مطرح و در صورت تأیید به عنوان استاندارد ملی مصوب می‌شوند. استانداردهای مصوب پس از اختصاص شماره ملی از طریق درگاه اطلاع‌رسانی سازمان در دسترس عموم قرار می‌گیرند.

کمیسیون تدوین استاندارد

مشارکت کنندگان

سمت و محل اشتغال

رئیس:

منتظری، احمد
کارشناسی ارشد محیط زیست
مدیر کل دفتر بهداشت آب و فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

دبیر:

علیزاده، زهرا
کارشناسی ارشد شیمی
کارشناس دفتر بهداشت آب و فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ادیبی نیا، محمد جواد
کارشناسی ارشد محیط زیست-آلودگی محیط زیست
مدیر مرکز پایش و نظارت بر کیفیت آب و فاضلاب، شرکت آب و فاضلاب استان خراسان رضوی

تکلو، معصومه
کارشناسی ارشد علوم صنایع غذایی
کارشناس اداره کل نظارت بر مواد غذایی و آشامیدنی سازمان غذا و دارو- وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

حمزه پور علی آباد، اعظم
کارشناسی ارشد محیط زیست-آب و فاضلاب
مدیر مرکز پایش و نظارت بر کیفیت آب و فاضلاب، شرکت آب و فاضلاب استان هرمزگان

خداویسی، جواد
دکتری شیمی تجزیه
مدیر مرکز پایش و نظارت بر کیفیت آب و فاضلاب، شرکت آب و فاضلاب استان بوشهر

خیری، اقدس
کارشناسی بهداشت محیط
کارشناس آب و فاضلاب مرکز سلامت محیط و کار - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

شقایق، غلامرضا
دکتری مهندسی محیط زیست - آب و فاضلاب
رئیس گروه بهداشت آب و فاضلاب مرکز سلامت محیط و کار - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

عبدالله زاده، محمد
دکتری مهندسی محیط زیست-آب و فاضلاب
کارشناس دفتر بهداشت آب و فاضلاب شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

قاسمی، سیدعلی
کارشناسی ارشد مهندسی عمران- محیط زیست
رئیس گروه کنترل کیفیت آب شرکت آب و فاضلاب مشهد

قول بیگی، علی محمد
کارشناسی فیزیک
نائب رئیس هیات مدیره شرکت مهندسی رعد آب جنوب

کردونی، هدی
کارشناسی ارشد آموزش محیط زیست
کارشناس آب و فاضلاب مرکز سلامت محیط و کار - وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی

سیمت و محل اشتغال

مدیر مرکز پایش و نظارت بر کیفیت آب و فاضلاب، شرکت آب و
فاضلاب استان سیستان و بلوچستان

رئیس گروه بهره‌برداری شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

مشارکت‌کنندگان

میریلوچ زهی، محمدرضا
دکتری شیمی کاربردی

واعظ‌تهرانی، مهسا
دکتری مهندسی سازه‌های آبی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیشگفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ ویژگی‌های آب آشامیدنی حاصل از سامانه نمک زدایی
۴	۱-۴ ویژگی‌های فیزیکی و ظاهری آب آشامیدنی حاصل از سامانه نمک‌زدایی
۴	۲-۴ ویژگی‌های شیمیایی آب آشامیدنی حاصل از سامانه نمک‌زدایی
۶	۳-۴ ویژگی‌های پرتوزایی
۸	پیوست «الف» (الزامی) روش محاسبه شاخص لانثرلیه
۹	پیوست «ب» (آگاهی‌دهنده) توضیحات تکمیلی و روش محاسبه پتانسیل ترسیب کربنات کلسیم
۲۳	کتابنامه

پیشگفتار

این استاندارد به استناد قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ماده ۷، بند ۱، مصوب ۱۳۹۶/۱۰/۰۲ منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران ۵ و روش اجرایی تدوین استانداردهای ملی ایران تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفتهای ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم، فناوری و خدمات، استانداردهای ملی در صورت لزوم تجدیدنظر شده یا برای آنها اصلاحیه و/یا تصحیح‌نامه منتشر می‌شود.

این استاندارد در جلسه شماره ۲۱۲ مورخ ۱۴۰۴/۵/۲۸ کارگروه ملی تصویب استانداردهای آب و آبفا مصوب شده است.

این استاندارد، استاندارد زیر را باطل می‌کند و جایگزین آن می‌شود:

– استاندارد ملی ایران ۲۰۷۰۴: سال ۱۳۹۴، آب آشامیدنی نمک‌زدایی شده در سامانه‌های صنعتی و خانگی – ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

منابع مورد استفاده در تهیه و تدوین این استاندارد، به شرح زیر است:

- WHO, 2005, *Nutrients in drinking water*, Geneva
- WHO, 2011, *Safe Drinking-water from Desalination*, Geneva, WHO/HSE/WSH/11.03
- WHO, 2007, *Desalination for Safe Water Supply*, Geneva, WHO/SDE/WSH/07/0
- Crittenden, J.C., Rhodes Trussell, R., Hand, D.W., Howe, K.J., Tchobanoglous, G., 2012. *MWH's Water Treatment: Principles and Design*, 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey.
- WHO, 2022, *Guidelines for Drinking-Water Quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda*, World Health Organization
- WHO, 2009, *Calcium and magnesium in drinking-water*, Geneva
- USEPA, 2004, *Long Term 1 Enhanced Surface Water Treatment Rule, Implementation Turbidity Provisions - Technical Guidance Manual*, EPA 816-R-04-007
- M. Hernandez-Suarez, 2010, *Guideline for Remineralisation of desalinated waters*
- Nikolay Voutchkov, *Desalination engineering (planning and design)*, 2013
- Lahav O. and Birnhack L., 2019, *Aquatic Chemistry For Water and Wastewater Treatment Applications*, Walter de Gruyter GmbH.
- WEF, APHA, AWWA, 2024, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 24th Edition, American Water Works Association.

مقدمه

دسترسی به آب شیرین سالم همواره به عنوان یکی از دغدغه‌های اساسی انسان مطرح بوده است. با افزایش سریع جمعیت، فراهم نمودن آب شیرین کافی برای مصارف شرب، کشاورزی و صنعت به یکی از موضوعات اساسی مورد توجه دولت‌ها تبدیل شده است. در کشورهای خشک و کم باران با منابع آب شیرین محدود، مانند ایران، تولید آب شیرین با استفاده از نمک‌زدایی آب‌های شور سطحی و زیرزمینی از اقبال ویژه‌ای برخوردار شده و این صنعت به سرعت در حال پیشرفت است. طبیعتاً آب تولید شده از روش‌های گوناگون نمک‌زدایی، تفاوت‌هایی از نظر کیفی با آب شیرین طبیعی جاری در سفره‌های زیرزمینی یا منابع سطحی همچون رودخانه‌ها و دریاچه‌های آب شیرین دارد. نمک‌زدایی از آب‌های شور و لب‌شور منجر به تولید آبی با مقادیر کمتر از حد استاندارد املاح و مواد معدنی محلول (سختی) می‌گردد.

تحقیقات نشان می‌دهد که مصرف آب آشامیدنی با مقادیر بسیار کم املاح و مواد معدنی حتی اگر رژیم غذایی مورد استفاده به مقدار کافی دارای مواد معدنی مورد نیاز باشد، علاوه بر ایجاد طعم نامناسب، می‌تواند منجر به اثرات سوء فراوانی بر سلامت انسان گردد.

مطالعات جامع روی آب حاصل از آب شیرین‌کن‌ها نشان می‌دهد که اگر این آب مستقیماً برای شرب استفاده شود ممکن است باعث بیماری‌هایی همچون پوکی استخوان، بیماری‌های قلبی - عروقی، سندرم متابولیک و مشکلات گوارشی شود. خوشبختانه با کنترل دقیق آب نمک‌زدایی شده و اتخاذ تمهیدات مناسب در اصلاح آب تولیدی می‌توان از اثرات مخرب ذکر شده جلوگیری نمود. علاوه بر موارد مذکور در مورد سلامت و کیفیت آب، آب نمک‌زدایی شده به دلیل دارا بودن مواد محلول کم دارای هدایت الکتریکی پایین بوده و قابلیت واکنش آن با هوا و فلزات بالاست که این امر می‌تواند باعث خوردگی لوله و اتصالات شبکه توزیع آب گردد و علاوه بر مشکلات خوردگی و پوسیدگی خطوط لوله، بر رنگ، بو و مزه آب تحویلی به مصرف‌کننده تاثیر نامطلوب گذارد.

آب آشامیدنی حاصل از سامانه‌های نمک‌زدایی-ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی حاصل از سامانه‌های نمک‌زدایی را تعیین می‌کند.

این استاندارد، برای سنجش کیفیت آب در شبکه توزیع، کاربرد ندارد. برای سنجش کیفیت آن به استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳ مراجعه شود.

این استاندارد، برای سامانه‌های نمک‌زدایی آب که برای تولید آب آشامیدنی بسته‌بندی شده استفاده می‌شوند، کاربرد ندارد. برای سنجش کیفیت آب آشامیدنی بسته‌بندی شده به استاندارد ملی ایران ۶۶۹۴ مراجعه شود.

۲ مراجع الزامی

مراجع زیر، مدارکی هستند که در متن این استاندارد به کل یا بخشی از محتوای آن‌ها به صورت الزامی ارجاع داده شده است؛ بنابراین، محتوای ارجاع داده شده، جزئی از الزامات این استاندارد محسوب می‌شود. درخصوص مراجع دارای تاریخ، فقط همان ویراست کاربرد دارد. درخصوص مراجع بدون تاریخ، آخرین ویراست آن مرجع شامل هرگونه اصلاحیه/تصحیح‌نامه) کاربرد دارد.

- استاندارد ملی ایران ۱۰۱۱: سال ۱۳۹۸، آب آشامیدنی-ویژگی‌ها و روش‌های آزمون میکروبی

- استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳، آب آشامیدنی-ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

- E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23rd Edition, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, 2017

۳ اصطلاحات و تعاریف

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

۱-۳

آب آشامیدنی

drinking water

آبی است که مصرف آن برای سلامت انسان در دوره زندگی به ویژه دوران نوزادی، کودکی و سالخوردگی که آسیب‌پذیری بیش‌تری در برابر بیماری‌ها دارد، عارضه سوئی در کوتاه مدت و دراز مدت ایجاد نکند.

۲-۳

آب خام

raw water

آبی است که برای تصفیه در سامانه نمک‌زدایی آب مصرف می‌شود و شامل آب دریا، چاه یا سایر منابع موجود، می‌باشد.

۳-۳

آب حاصل از سامانه نمک‌زدایی

desalination system permeate

محصول نهایی سامانه نمک‌زدایی آب، قبل از ورود به شبکه توزیع و یا تانکر می‌باشد.

۴-۳

حداکثر مجاز

maximum allowed

بیشترین مقدار عامل‌های فیزیکی، شیمیایی و پرتوزایی موجود در آب آشامیدنی، که مصرف آن در کوتاه‌مدت یا درازمدت، سبب ایجاد عارضه سوء برای سلامت انسان نشود و از مقبولیت عمومی از منظر ظاهر، مزه و بو برخوردار باشد. منظور از حداکثر مجاز اعداد مساوی یا کوچکتر از عدد ذکر شده می‌باشد.

۵-۳

حداقل مجاز

minimum allowed

حدی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آب آشامیدنی است، که مصرف با ویژگی‌هایی پایین‌تر از آن حد، در کوتاه‌مدت یا درازمدت، سبب ایجاد عارضه‌ای برای سلامت انسان، عدم مقبولیت شود.

۶-۳

سامانه نمک‌زدایی آب

water desalination system

مجموعه‌ای است که در آن از طریق روش‌های غشایی یا غیرغشایی، املاح محلول را از آب جدا می‌کند.

۷-۳

عامل‌های معدنی

inorganic agents

موادی هستند که عامل کربن آلی در ساختار آن‌ها وجود ندارد. این ترکیبات معمولاً از طریق منابع طبیعی و یا فعالیت‌های انسانی به آب وارد می‌شوند.

۸-۳

عامل‌های ریزآلاینده معدنی

inorganic micro pollutant agents

آن دسته از مواد شیمیایی معدنی هستند که معمولاً در آب شرب در غلظت‌های به مراتب کم‌تر از مواد معدنی در آب یافت می‌شوند.

۹-۳

عامل‌های ریزآلاینده آلی

organic micro pollutant agents

به مجموعه مواد غیر معدنی اطلاق می شود که در ساختار مولکولی خود عنصر کربن دارند، معمولاً در آب شرب در غلظت های خیلی کم یافت می شوند این مواد به صورت طبیعی و یا در نتیجه فعالیت های انسانی وارد می شوند و شامل هیدروکربن های آلیفاتیک، هیدروکربن های آروماتیک، محصولات جانبی گندزداها، سموم و سایر مواد آلی هستند.

۱۰-۳

گندزداها

disinfectant

به مواد فیزیکی و شیمیایی اطلاق می شود که برای تصفیه آب آشامیدنی و به منظور زدودن یا غیرفعال کردن تمامی عامل های میکروبی بیماری زا، به کار می روند.

۱۱-۳

محصولات جانبی گندزدایی

disinfectant by products

ترکیباتی هستند که در نتیجه واکنش ماده گندزدا با پیش سازها^۱ تولید می شوند.

۱۲-۳

عامل های پرتوزا

radioactive agents

هسته اتم های عناصر مختلف می توانند پایدار یا ناپایدار باشند. نوع ناپایدار (که هسته پرتوزا نامیده می شود) به هسته پایدار یا ناپایدار دیگری با جرم اتمی کوچک تر تبدیل می گردد که به این فرآیند پرتوزایی و به این عناصر عامل پرتوزا می گویند.

نکته امدخل: بعضی از هسته های ناپایدار به طور طبیعی وجود دارند و بعضی دیگر به صورت مصنوعی از انواع فرآیندهای تلاشی که در هسته های پرتوزا طبیعی و مصنوعی ایجاد می شود. گسیل آلفا، گسیل بتا، گسیل پوزیترون و تابش گاما، نمونه هایی از آن هستند.

۱۳-۳

آفت کش ها

pesticides

ماده ای یا مخلوطی از موادی هستند که به منظور پیشگیری، انهدام یا کنترل هر آفتی شامل ناقلین عامل های بیماری زا به انسان و حیوانات، گونه های ناخواسته از گیاهان یا حیواناتی که سبب خسارت در طول دوره تولید، فراوری، انبارداری، حمل و نقل و بازار رسانی مواد غذایی، محصولات کشاورزی، چوب و علوفه استفاده می شوند.

۱۴-۳

پتانسیل ترسیب کربنات کلسیم

¹ precursors

calcium carbonate precipitation potential CCPP

این شاخص مقدار کربنات کلسیمی که حل شده یا رسوب می کند را کمی سازی می کند و شاخصی است که پتانسیل رسوب گذاری کربنات کلسیم در آب را مشخص می کند.

۴ ویژگی های آب آشامیدنی حاصل از سامانه نمک زدایی

۱-۴ ویژگی های فیزیکی و ظاهری آب آشامیدنی حاصل از سامانه نمک زدایی

آب آشامیدنی خروجی از سامانه نمک زدایی باید بدون هرگونه عامل های خارجی قابل رویت با چشم غیر مسلح مانند ماسه و روغن باشد.

ویژگی های فیزیکی آب آشامیدنی حاصل از سامانه نمک زدایی باید مطابق با جدول ۱، باشد.

جدول ۱: ویژگی های فیزیکی آب آشامیدنی حاصل از سامانه نمک زدایی

ردیف	ویژگی	واحد اندازه گیری	حداقل مجاز	حداکثر مجاز
۱	کدورت	NTU	-	۱
۲	pH	-	۷	۸٫۵
۳	رنگ	پلاتین، کبالت برای رنگ حقیقی آب ¹ T.C.U	-	۱۵
۴	بو	رقم آستانه بو (TON) ²	-	۳

دمای آب باید برای مصرف کنندگان قابل پذیرش باشد. در سامانه های نمک زدایی آب به روش حرارتی، دمای آب تحویل شده به شبکه آب رسانی نباید از ۳۰ °C فراتر رود.

سایر ویژگی ها باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳ جدول ۱، باشد.

۲-۴ ویژگی های شیمیایی آب آشامیدنی حاصل از سامانه نمک زدایی

۱-۲-۴ عامل های معدنی

حداقل مجاز و حداکثر مجاز عامل های معدنی حاصل از سامانه نمک زدایی باید مطابق با جدول ۲، باشد.

¹ true color unit

² threshold odor number

جدول ۲: عامل‌های معدنی آب آشامیدنی حاصل از سامانه نمک‌زدایی

مقادیر بر حسب mg/L

عامل	بر حسب	حداقل مجاز	حداکثر مجاز
کل مواد جامد محلول ^{الف}	TDS	۱۰۰	۶۰۰
قلیائیت	CaCO ₃	۴۰	-
کلراید	Cl	-	۲۵۰
سولفات	SO ₄	-	۲۵۰
سختی ^ب	CaCO ₃	-	۳۰۰
کلسیم	Ca	۳۰	۵۰
منیزیم	Mg	۱۰	-

^{الف} اطلاعات قابل اعتمادی در مورد اثرات احتمالی سلامتی مرتبط با کل مواد جامد محلول در آب آشامیدنی وجود ندارد. وجود سطوح بالای املاح ممکن است موجب اعتراض مصرف کنندگان شود.

^ب سختی ممکن است اثرات زیبایی شناختی قابل توجهی داشته باشد. پذیرش عمومی سختی با توجه به شرایط محلی متفاوت است. نگرانی خاصی در خصوص اثرات ناشی از عوامل اصلی سختی (کلسیم و منیزیم) بر سلامت عمومی وجود ندارد.

سایر ویژگی‌ها باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳ جدول ۳، باشد.

برای آزمون قلیائیت به کتاب *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* شماره روش ۲۳۲۰ B – Titration Method (تیتراسیون) با عنوان Alkalinity در بخش ۲۰۰۰ – Physical and Aggregate Properties مراجعه شود.

۲-۲-۴ شاخص خوردگی

آب نباید خورنده باشد. آب حاصل از سامانه نمک‌زدایی به منظور حفاظت از تاسیسات، سلامت مصرف‌کنندگان و اتخاذ برنامه‌های کنترلی باید از نظر خوردگی مورد بررسی قرار گیرد. به این منظور باید موارد زیر رعایت گردد:

الف- قلیائیت برحسب کربنات کلسیم باید بیشتر از ۴۰ mg/L باشد؛

ب- CCPP برحسب کربنات کلسیم بین ۴ mg/L تا ۱۰ mg/L (بدون افزودن عوامل کمپکس‌کننده کلسیم)،

روش محاسبه CCPP مطابق با پیوست «ب» می‌باشد؛

پ- سختی کل برحسب کربنات کلسیم بیشتر از ۵۰ mg/L باشد؛

ت- شاخص اشباع لانژلیه^۱ بین ۰/۵+ تا ۱+ باید باشد.

روش محاسبه شاخص اشباع لانژلیه مطابق با پیوست «الف» می‌باشد.

^۱ LSI

۳-۲-۴ عامل‌های ریزآلاینده معدنی

حداکثر مجاز عامل‌های ریزآلاینده معدنی آب حاصل از سامانه نمک‌زدایی باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳ جدول ۲، باشد.

۴-۲-۴ عامل‌های ریزآلاینده آلی

حداکثر مجاز عامل‌های ریزآلاینده آلی خروجی از سامانه‌های نمک‌زدایی باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳ جدول ۴، باشد.

نکته: برای آن دسته از آب شیرین‌کن‌هایی که در آب خام ورودی به آن‌ها احتمال رشد جلبک وجود دارد، اندازه‌گیری سموم ناشی از سیانوباکترها شامل سیلندروسپرماپسینز^۱، سکسیتوکسین^۲ و سم میکروسیستین^۳ LR، ضروری است.

۵-۲-۴ باقی‌مانده آفت کش‌ها

حداکثر مجاز باقی‌مانده آفت‌کش‌ها در آب حاصل از سامانه‌های نمک‌زدایی، باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳ جدول ۵، باشد.

۶-۲-۴ گندزداها و محصولات جانبی گندزدایی

مقادیر حداکثر مجاز برخی از گندزداها و محصولات جانبی گندزدایی در آب حاصل از سامانه‌های نمک‌زدایی باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳ جدول‌های شماره ۶ و ۷، باشد.

۷-۲-۴ مقدار کلر آزاد باقی‌مانده

الف) مقدار کلر آزاد باقی‌مانده در صورتی که آب حاصل از سامانه‌های نمک‌زدایی آب به شبکه توزیع وارد می‌شود، باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۱۱: سال ۱۳۹۸ جدول ۲، باشد.

ب) مقدار کلر آزاد باقی‌مانده در صورتی که آب حاصل از سامانه‌های نمک‌زدایی آب توسط تانکر توزیع می‌شود، باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۱۱: سال ۱۳۹۸ جدول ۲ ردیف ۳، باشد.

پ) مقدار کلر آزاد باقی‌مانده در صورتی که آب حاصل از سامانه‌های نمک‌زدایی توسط ظروف قابل حمل توزیع می‌شود، باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۱۱: سال ۱۳۹۸ جدول ۲ ردیف ۴، باشد.

۳-۴ ویژگی‌های پرتوزایی

حد غربالگری غلظت پرتوزایی برای ذرات آلفا و بتای کل در آب آشامیدنی، باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳ جدول ۸، باشد.

^۱ cylindrospermopsins

^۲ saxitoxins

^۳ microcystin

چنانچه غلظت پرتوزایی اندازه گیری شده برای ذرات آلفا و بتای کل، از هر کدام از حد غربالگری (مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳ جدول ۸) تجاوز نماید، ارزیابی انطباق غلظت هسته‌های پرتوزای منفرد، باید مطابق با استاندارد ملی ایران ۱۰۵۳: سال ۱۴۰۳ جدول ۹، انجام شود.

پیوست «الف»
(الزامی)

روش محاسبه شاخص لانژلیه

رایج‌ترین روش تعیین پایداری آب در سامانه‌هایی که سرعت جریان آب در آن‌ها بسیار کم و یا ساکن است محاسبه شاخص اشباع لانژلیه می‌باشد. این شاخص pH واقعی آب را با pH آب در شرایطی که از کربنات کلسیم اشباع است، مقایسه می‌کند.

برای محاسبه شاخص اشباع لانژلیه از رابطه (الف-۱) استفاده می‌شود.

$$LSI = pH - pH_s \quad (\text{الف-۱})$$

در این رابطه pH_s ، بیانگر pH اشباع آب از کلسیت یا کربنات کلسیم است و با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$pH_s = (9.3 + A + B) - (C + D)$$

$$A = (\log_{10} [\text{TDS}] - 1) / 10$$

$$B = -13.12 \times \log_{10} (^{\circ}\text{C} + 273) + 34.55$$

$$C = \log_{10} [\text{Ca}^{2+} \text{ as } \text{CaCO}_3] - 0.4$$

$$D = \log_{10} [\text{alkalinity as } \text{CaCO}_3]$$

نتیجه محاسبه شاخص لانژلیه، به روش زیر تفسیر می‌شود:

- الف) (منفی) $LSI < 0$: تمایل به انحلال CaCO_3 (خورنده)
- ب) (صفر) $LSI = 0$: عدم خوردگی و رسوب‌گذاری (تعادل)
- پ) (مثبت) $LSI > 0$: CaCO_3 تمایل به ترسیب (رسوب‌گذار)

پیوست «ب»
(آگاهی دهنده)

توضیحات تکمیلی و روش محاسبه پتانسیل ترسیب کربنات کلسیم

غلظتی از کربنات کلسیم که به طور بالقوه می‌تواند تا زمان رسیدن به تعادل، در محلول رسوب کرده و یا در آن حل شود به عنوان پتانسیل ترسیب (انحلال) تعریف می‌شود. پتانسیل ترسیب کربنات کلسیم یا CCPP می‌تواند عددی مثبت یا منفی باشد. منفی بودن این شاخص به عنوان پتانسیل انحلال مثبت در نظر گرفته می‌شود. محاسبه شاخص CCPP بر مبنای تعیین شرایط اشباع و سپس حرکت تدریجی از حالت موجود به حالت اشباع (با فرض ترسیب یا انحلال غلظت بی‌نهایت کربنات کلسیم) انجام می‌شود. در این حالت، محاسبه تغییر در خواص آب در نتیجه هر تکرار محاسباتی در مسیر دستیابی به تعادل صورت گرفته و ویژگی‌های آب بر مبنای چگونگی تغییر پارامترهای مختلف در آب در نتیجه ترسیب (انحلال) محاسبه می‌شود. اصول روش کلی است و می‌توان از آن برای محاسبه پتانسیل رسوب‌گذاری هر ماده جامدی استفاده کرد.

در خصوص شاخص لانژلیه تنها مثبت یا منفی بودن شاخص مهم است اما در شاخص CCPP مقدار به دست آمده نیز حائز اهمیت است. به گونه‌ای که در چندین نمونه آب در عین یکسان بودن مقدار شاخص لانژلیه، مقدار CCPP می‌تواند متفاوت باشد. این تفاوت عمدتاً مربوط به تفاوت ظرفیت بافری منابع آب مختلف است. هرچه ظرفیت بافری بیشتر باشد، تغییرات pH ناشی از ایجاد رسوب کربنات کلسیم کوچکتر بوده و کربنات کلسیم بیشتری تا رسیدن به حالت تعادل رسوب می‌کند.

برای محاسبه CCPP داده‌های مربوط به درجه حرارت، میزان جامدات محلول، pH، قلیاییت و غلظت کلسیم مورد نیاز است. یکی از روش‌های رایج برای تعیین این شاخص، استفاده از نمودارهای گرافیکی اصلاح شده است (نمودارهای ۲ تا ۱۱). در این روش که به نام دو دانشمند کالدول و لارنس^۱ ثبت شده است، از یک نمودار چند فاز که شامل اطلاعات مربوط به فاز آبی (سیستم کربنی)، فاز جامد کربنات کلسیم و فاز گاز دی‌اکسید کربن استفاده می‌شود. در این روش دو پارامتر که مقادیر آن‌ها در هنگام ترسیب یا انحلال کربنات کلسیم در آب تغییر نمی‌کند به عنوان محورهای افقی و عمودی نمودار در نظر گرفته می‌شود. این دو پارامتر شامل اسیدیته و AMC (تفاوت بین غلظت قلیاییت و غلظت کلسیم محلول در آب) هستند.

نمودار کالدول-لارنس یک توضیح گرافیکی از حل معادلات برای پارامترهای pH، قلیاییت و غلظت کلسیم است. معادلات حاکم بر این نمودار به شرح ذیل است:

¹ Caldwell-Lawrence

$$\begin{aligned}
 K'_{C1} &= \frac{[H^+][HCO_3^-]}{[H_2CO_3^*]} \\
 K'_{C2} &= \frac{[H^+][CO_3^{2-}]}{[HCO_3^-]} \\
 [H^+][OH^-] &= K'_w \\
 [Ca^{2+}][CO_3^{2-}] &= K'_{sp} \\
 H_2CO_3^* alk &= [CO_3^{2-}] + [HCO_3^-] + [OH^-] - [H^+] \\
 CO_3^{2-} acd &= [H_2CO_3^*] + [HCO_3^-] + [H^+] - [OH^-] \\
 AMC &= H_2CO_3^* Alk - [Ca^{2+}]
 \end{aligned}$$

به طور کلی، معادلات را می‌توان به صورت زیر توصیف کرد که در آن F_1 ، F_2 و F_3 نشان‌دهنده توابع غیرخطی هستند:

$$pH = F_1(AMC, Acd)$$

$$Alk = F_2(AMC, Acd)$$

$$[Ca^{2+}] = F_3(AMC, Acd)$$

برای استفاده از نمودارهای مورد نظر، در ابتدا خطوطی را که نشان‌دهنده غلظت قلیائیت، کلسیم و pH هستند علامت بزنید. حالت تعادل در فاز مایع، یعنی نقطه اتصال بین خط قلیائیت و خط pH را مشخص کنید. با ترسیم یک خط افقی از این نقطه، اسیدیته را از نمودار بر روی محور Y پیدا کنید. با مقایسه غلظت کلسیم اندازه‌گیری شده با خط غلظت کلسیم که از نقطه تعادل فاز مایع می‌گذرد، حالت اشباع را تعیین کنید. اگر غلظت کلسیم اندازه‌گیری شده بیشتر از غلظت تعادلی باشد، شرایط فوق‌اشباع بوده و آب رسوب‌گذار خواهد بود. در مقابل، چنانچه غلظت کلسیم اندازه‌گیری شده کمتر از غلظت تعادلی باشد، محلول نسبت به کربنات کلسیم اشباع نشده است و می‌تواند مقداری کربنات کلسیم را در خود حل کند. برای روشن‌تر شدن موضوع، نمونه‌ای از کاربرد نمودارها در قالب مثال ارائه شده است.

مثال: با فرض این که میزان قلیائیت و غلظت کلسیم یک نمونه آب بر حسب کربنات کلسیم معادل mg/L ۱۳۰، pH، دما و میزان جامدات محلول (TDS) آن نیز به ترتیب برابر با $8.2^\circ C$ ، $15^\circ C$ و $200 mg/L$ باشد، الف) شرایط اشباع چگونه است؟ ب) مقدار پتانسیل ترسیب کربنات کلسیم (CCPP) چقدر است؟ پ) اگر pH اندازه‌گیری شده به ۷/۷ تغییر کند، با فرض عدم تغییر غلظت کلسیم و قلیائیت، حالت اشباع چگونه خواهد بود؟ د) در این حالت ($pH = 7.7$)، چند mg/L کلسیم می‌تواند در نمونه مورد نظر حل شود؟

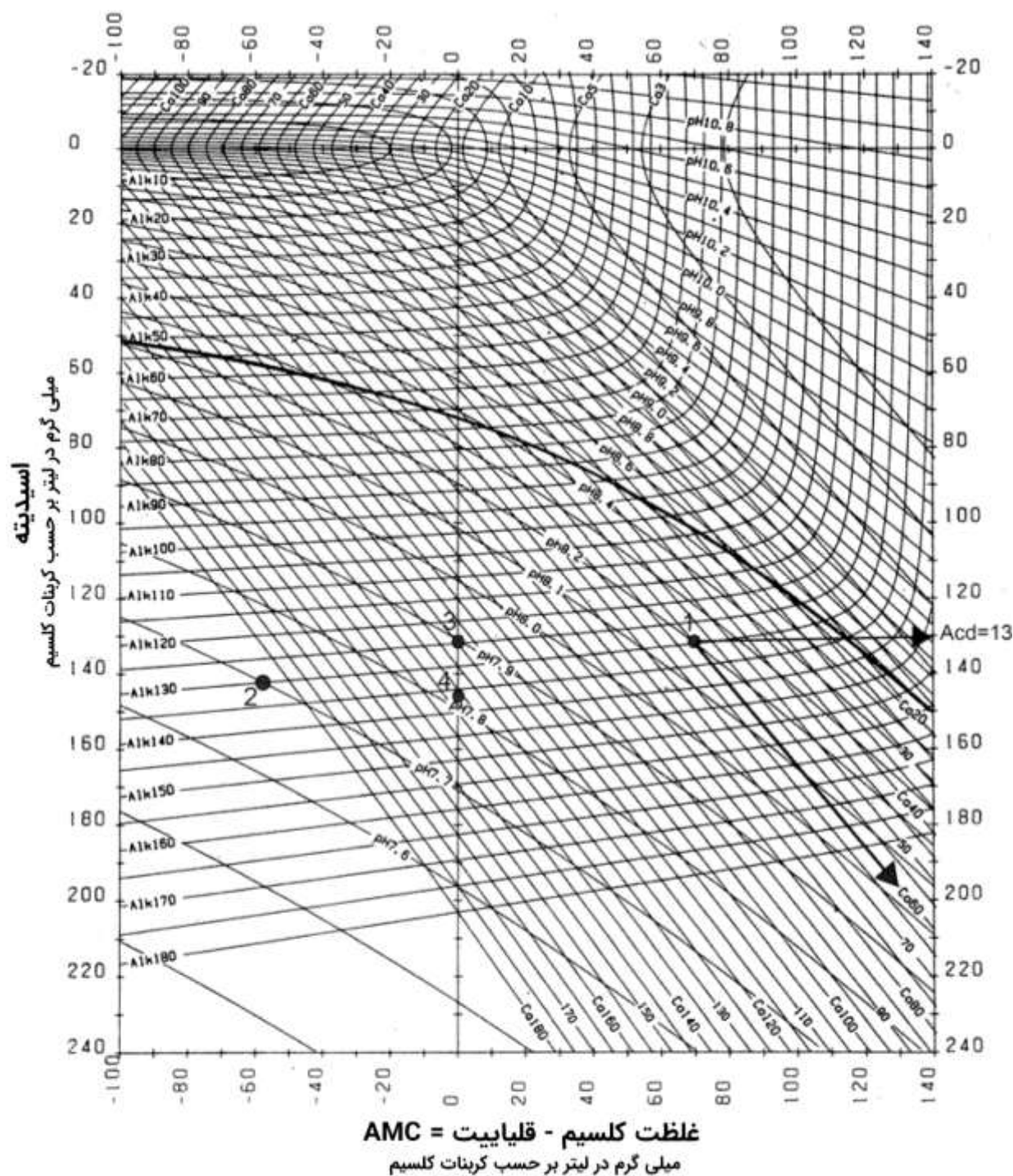
الف) با توجه به دما و میزان جامدات محلول نمودار مورد نظر را انتخاب می‌کنیم (نمودار ۱). در ادامه، از نقطه تقاطع خط قلیائیت و خط pH (نقطه ۱)، یک خط افقی به سمت محور Y رسم می‌کنیم که بر اساس آن میزان اسیدیته معادل $130 mg/L$ بر حسب کربنات کلسیم به دست می‌آید. منحنی کلسیم که از این نقطه عبور می‌کند، مقدار $60 mg/L$ بر حسب کربنات کلسیم را نشان می‌دهد که این مقدار غلظت کلسیم در حالت اشباع

می باشد. لذا با مقایسه غلظت کلسیم اندازه گیری شده یعنی 130 mg/L ، مشخص است که محلول نسبت به کربنات کلسیم در شرایط فوق اشباع قرار دارد.

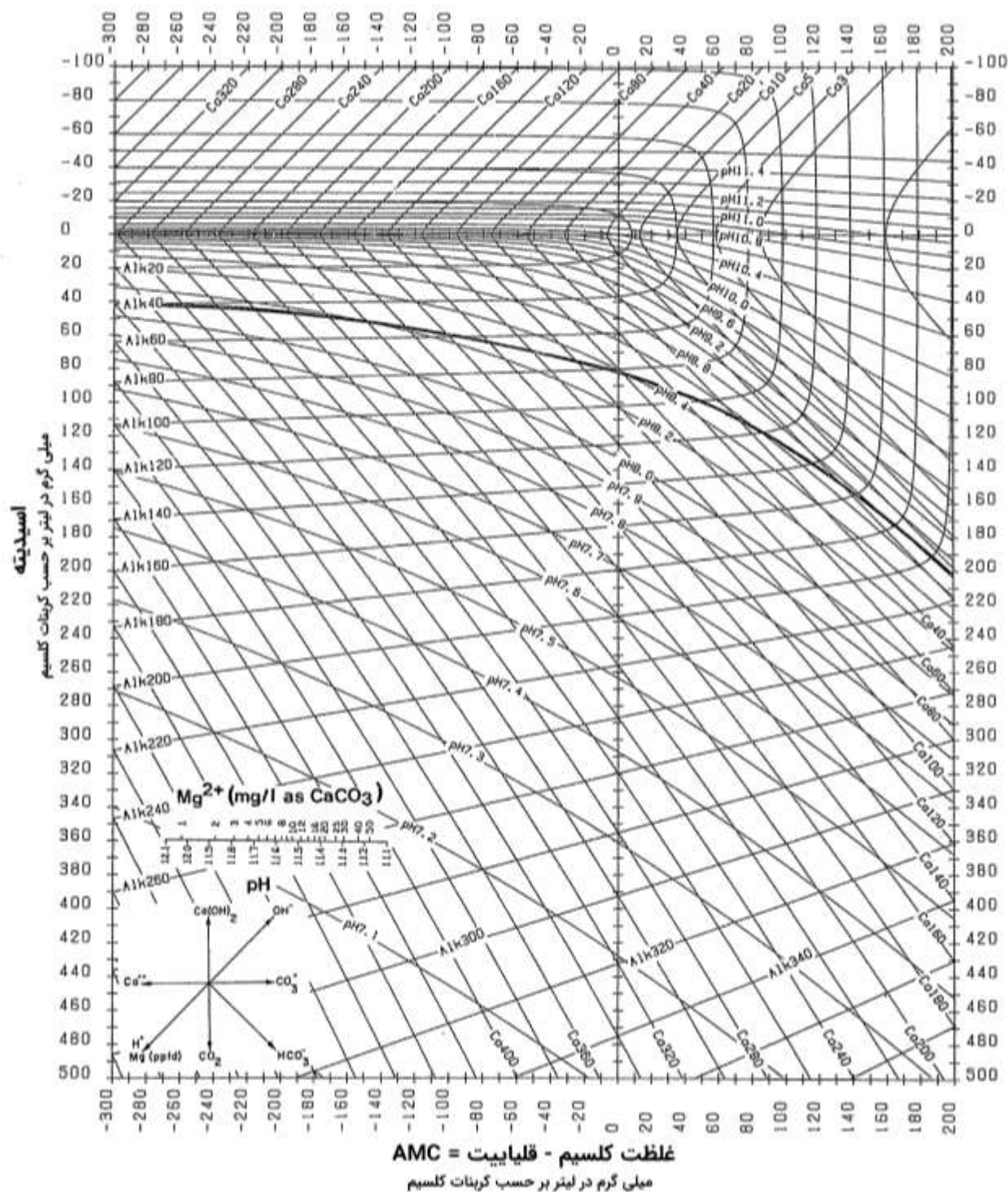
ب) نقطه تقاطع منحنی قلیاییت و منحنی pH (نقطه ۱) را مشخص کنید. مقدار AMC به صورت تفاضل غلظت کلسیم از قلیاییت را محاسبه کنید ($AMC = 130 - 130 = 0$). نقطه تقاطع خطوط Acd و AMC را پیدا کنید (نقطه ۳). این نقطه نشان دهنده شرایط در فاز مایع در تعادل جامد-مایع است. از نقطه ۳ مقادیر قلیاییت و غلظت کلسیم به ترتیب معادل ۱۲۵ و ۱۲۵ pHs و $7/9$ به دست می آید. (زیرنویس 's' نشان دهنده حالت اشباع نسبت به کربنات کلسیم است. لذا غلظت اولیه کلسیم 130 mg/L در طی زمان به غلظت نهایی 125 mg/L (در حالت تعادل) می رسد. به عبارت دیگر، تا هنگام رسیدن به تعادل، 5 mg/L کربنات کلسیم رسوب می کند. لذا نمونه آب مورد بررسی دارای پتانسیل رسوب گذاری مثبت است.

پ) با توجه به نقطه ۲ مشخص است که محلول در حالت اشباع می تواند حاوی بیش از 180 mg/L کلسیم به صورت کربنات کلسیم باشد، لذا نمونه مورد نظر در شرایط زیر اشباع قرار دارد.

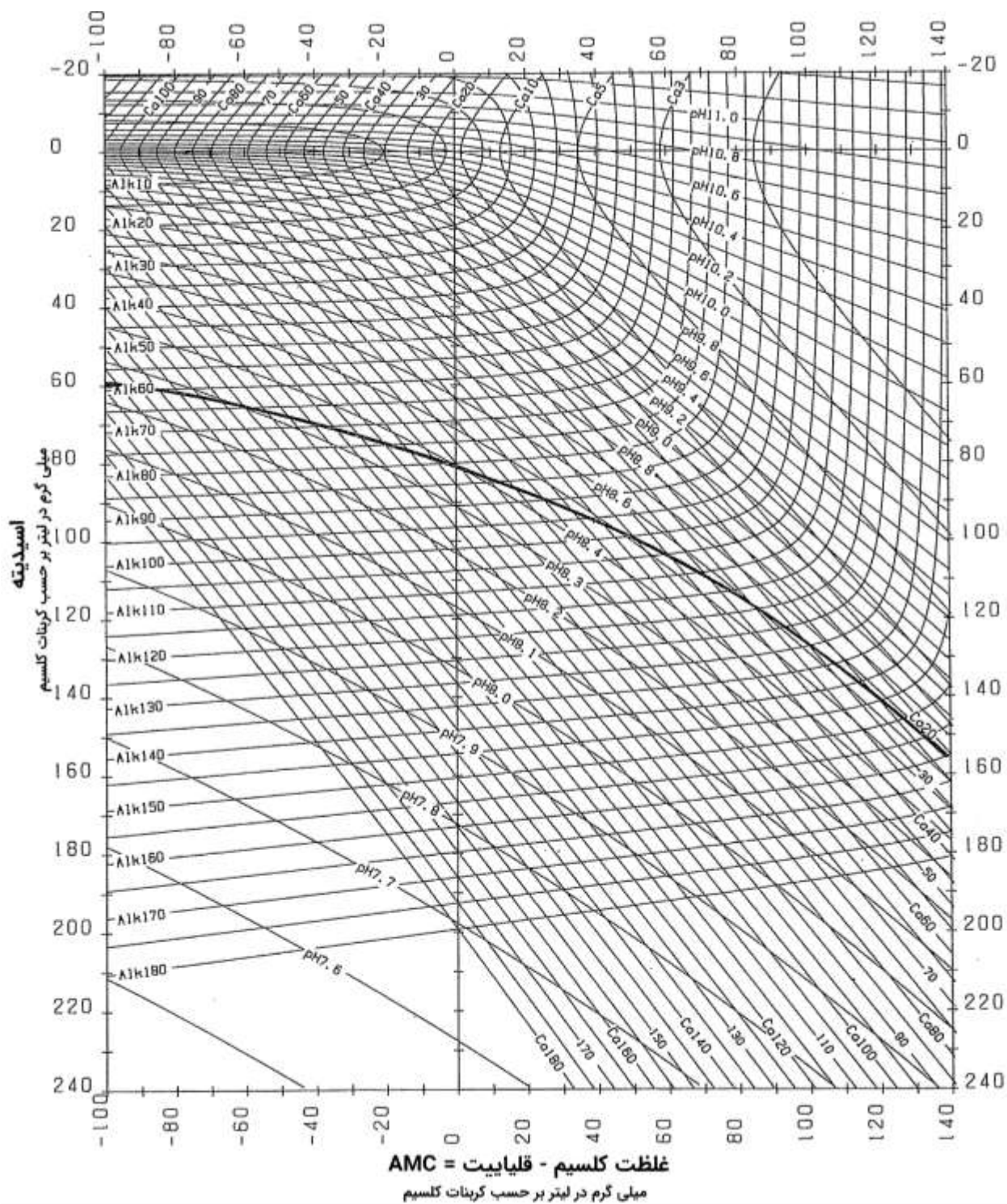
د) مقدار اسیدیته را از نقطه اتصال قلیاییت و pH روی نمودار پیدا کنید (Acd معادل 144 mg/L بر حسب کربنات کلسیم به دست می آید). مقدار AMC به صورت تفاضل غلظت کلسیم از قلیاییت را محاسبه کنید ($= 0$). محل تقاطع خطوط $Acd = 144$ و $AMC = 0$ نشان دهنده تعادل جامد-مایع است (نقطه ۴). در این نقطه مقادیر قلیاییت و غلظت کلسیم به ترتیب معادل ۱۳۴ و ۱۳۶ pH و $7/83$ معادل است. لذا پتانسیل رسوب گذاری از تفاضل مقادیر به دست آمده به صورت -6 mg/L $136 - 130 =$ بر حسب کربنات کلسیم به دست می آید.



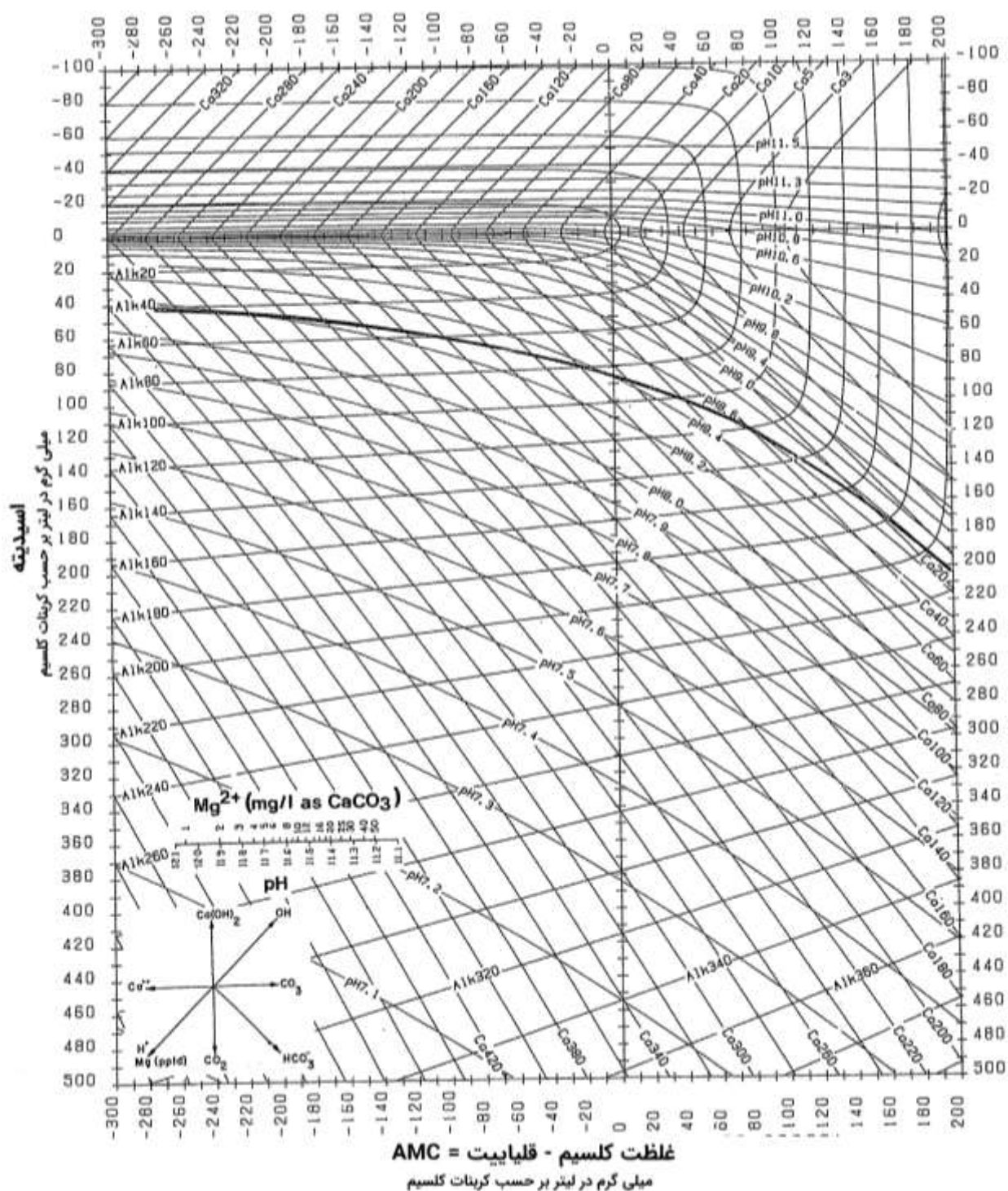
نمودار ۱: دیگرام کالدول و لارنس (دما: ۱۵ °C، میزان جامدات محلول: ۲۰۰ mg/L، مقاومت یونی: ۰.۰۰۵)



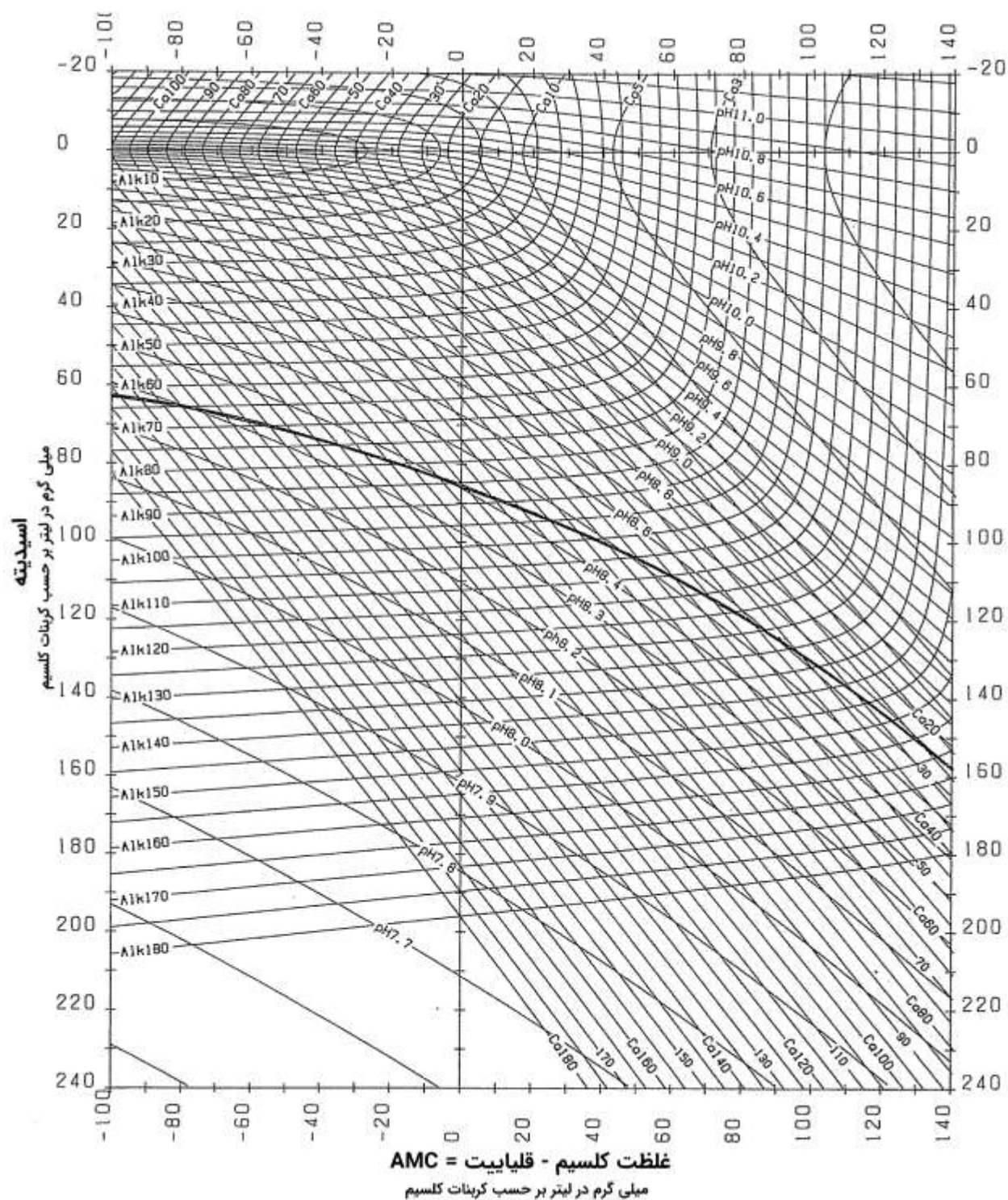
نمودار ۲: دیاگرام کالدول و لارنس - (دما: $10^{\circ}C$ ، میزان جامدات محلول: 200 mg/L ، مقاومت یونی: 0.005)



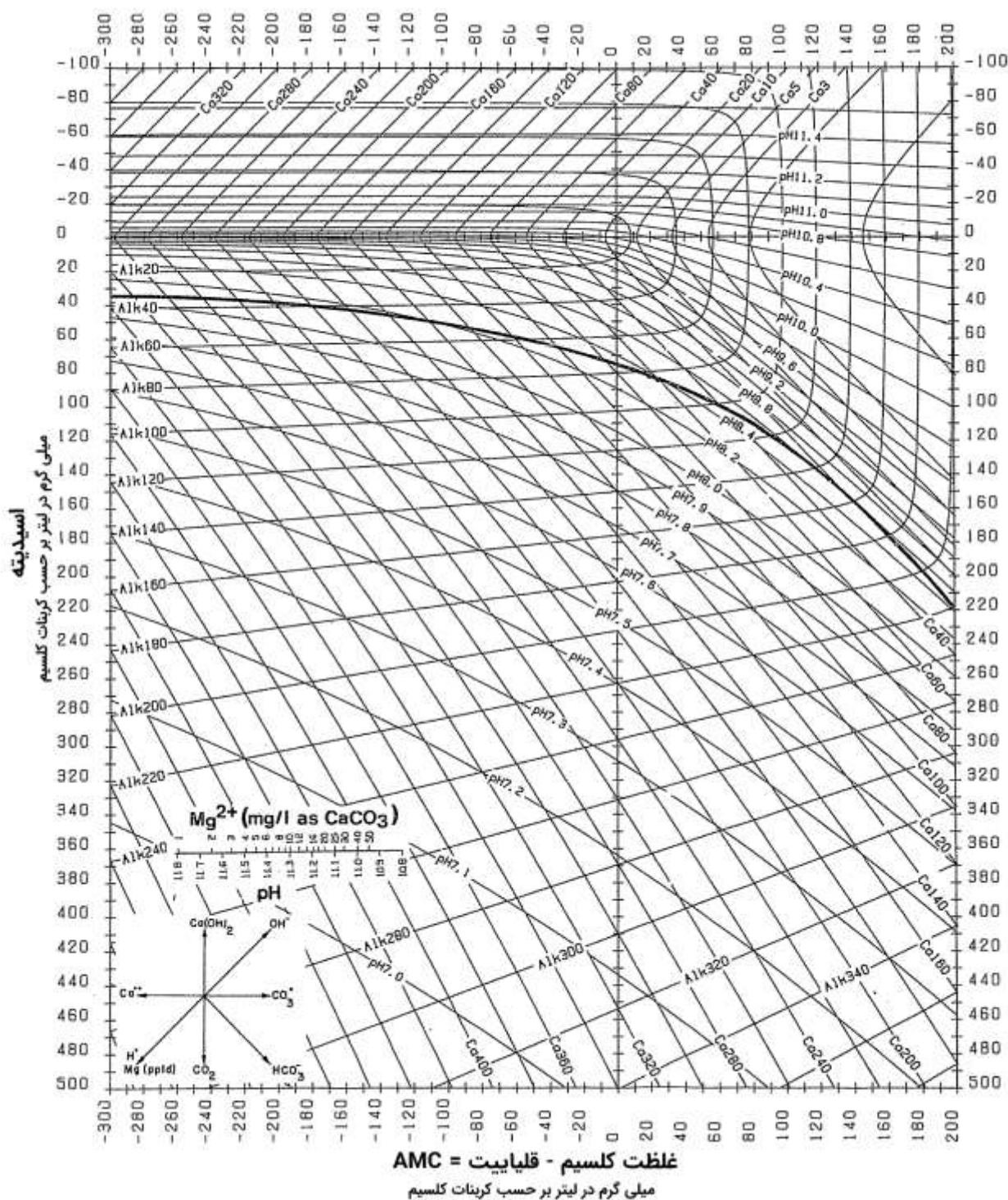
نمودار ۳: دیاگرام کالدول و لارنس (دما: ۱۰ °C ، میزان جامدات محلول: ۲۰۰ mg/L ، مقاومت یونی: ۰.۰۵)



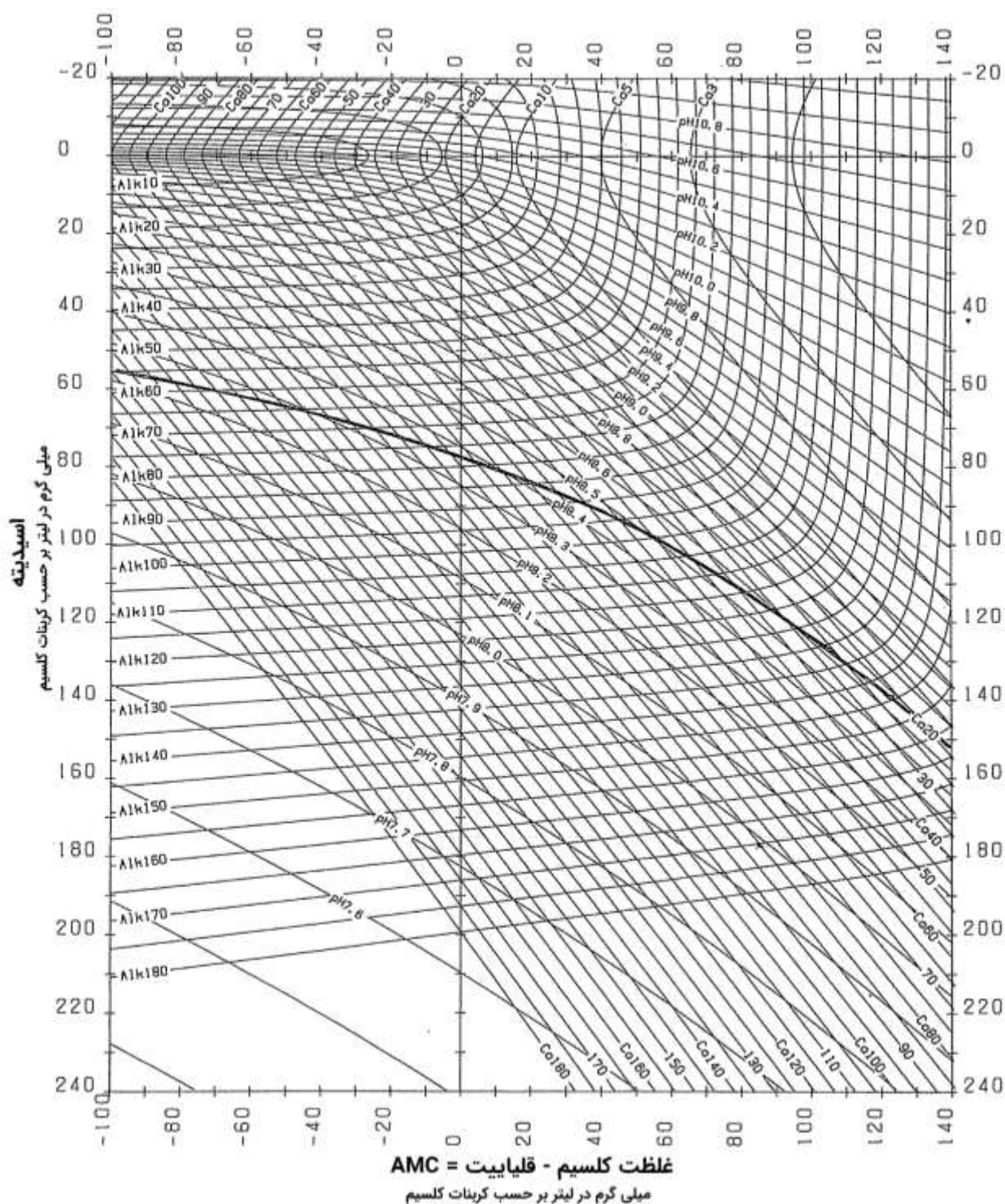
نمودار ۴: دیاگرام کالدول و لارنس (دما: ۱۰ °C، میزان جامدات محلول: ۴۰۰ mg/L، مقاومت یونی: ۰.۰۱)



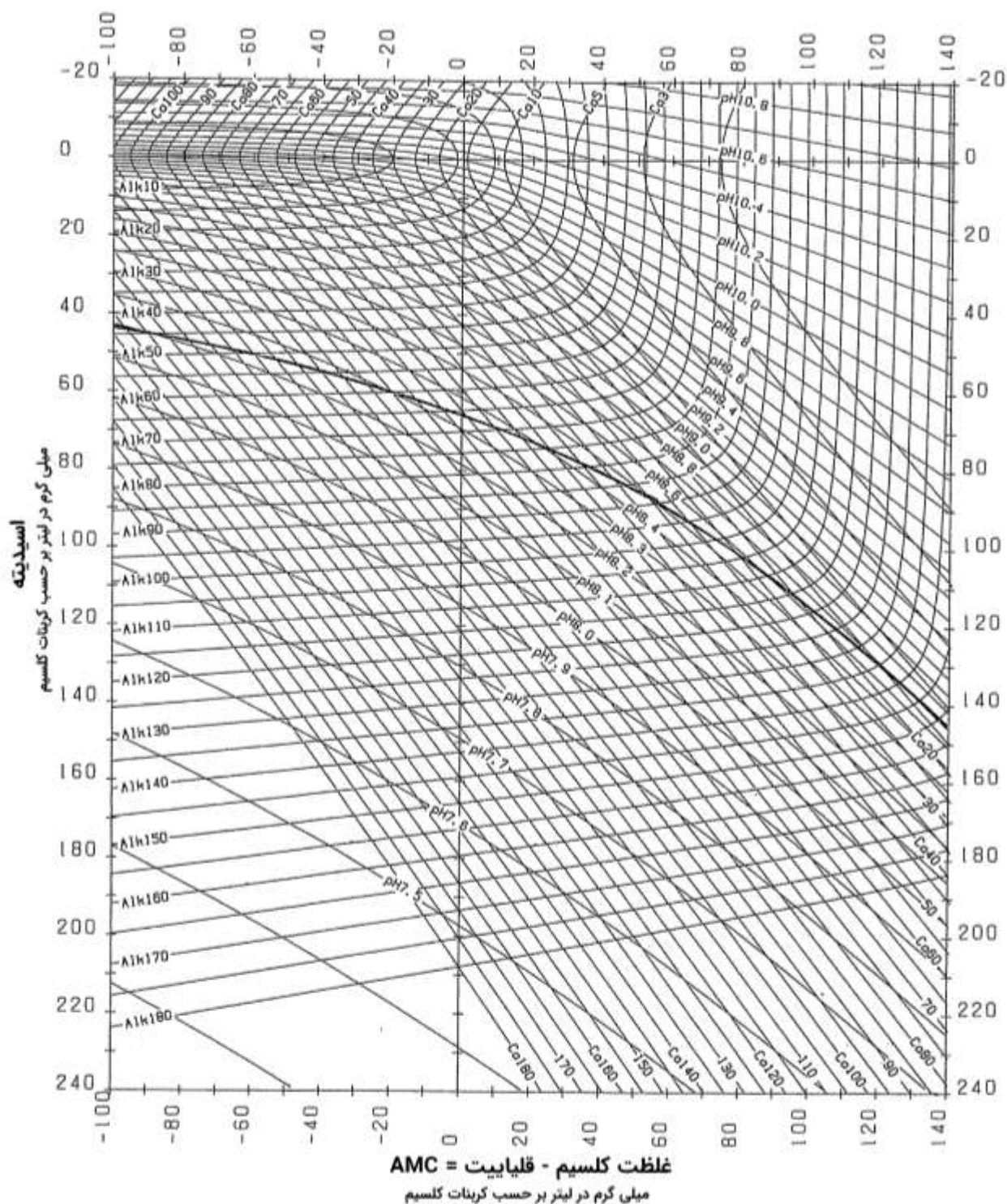
نمودار ۵: دیاگرام کالدول و لارنس (دما: ۱۰ °C، میزان جامدات محلول: ۴۰۰ mg/L، مقاومت یونی: ۰.۱)



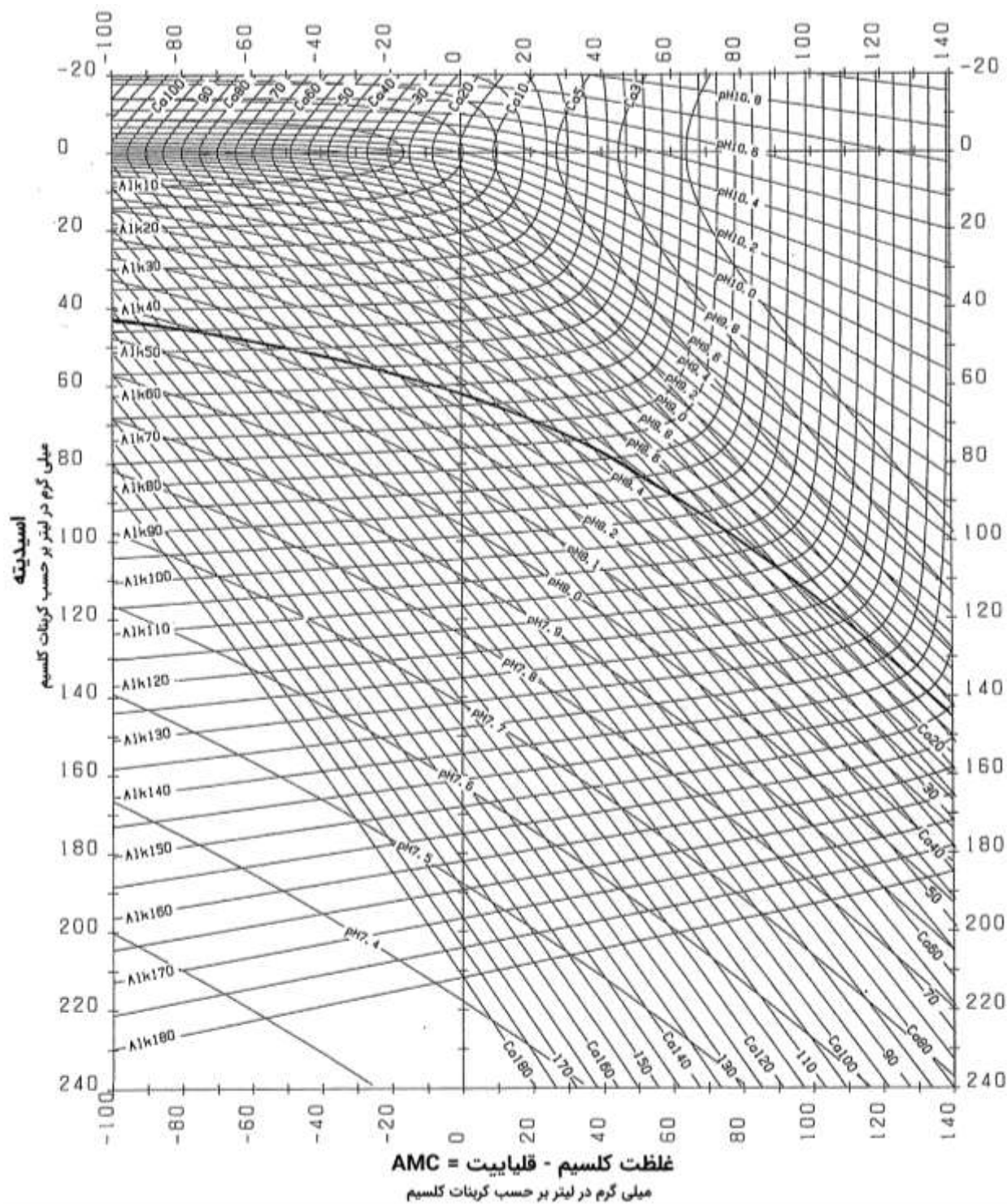
نمودار ۶: دیاگرام کالدول و لارنس (دما: ۱۵ °C، میزان جامدات محلول: ۲۰۰ mg/L، مقاومت یونی: ۰,۰۰۵)



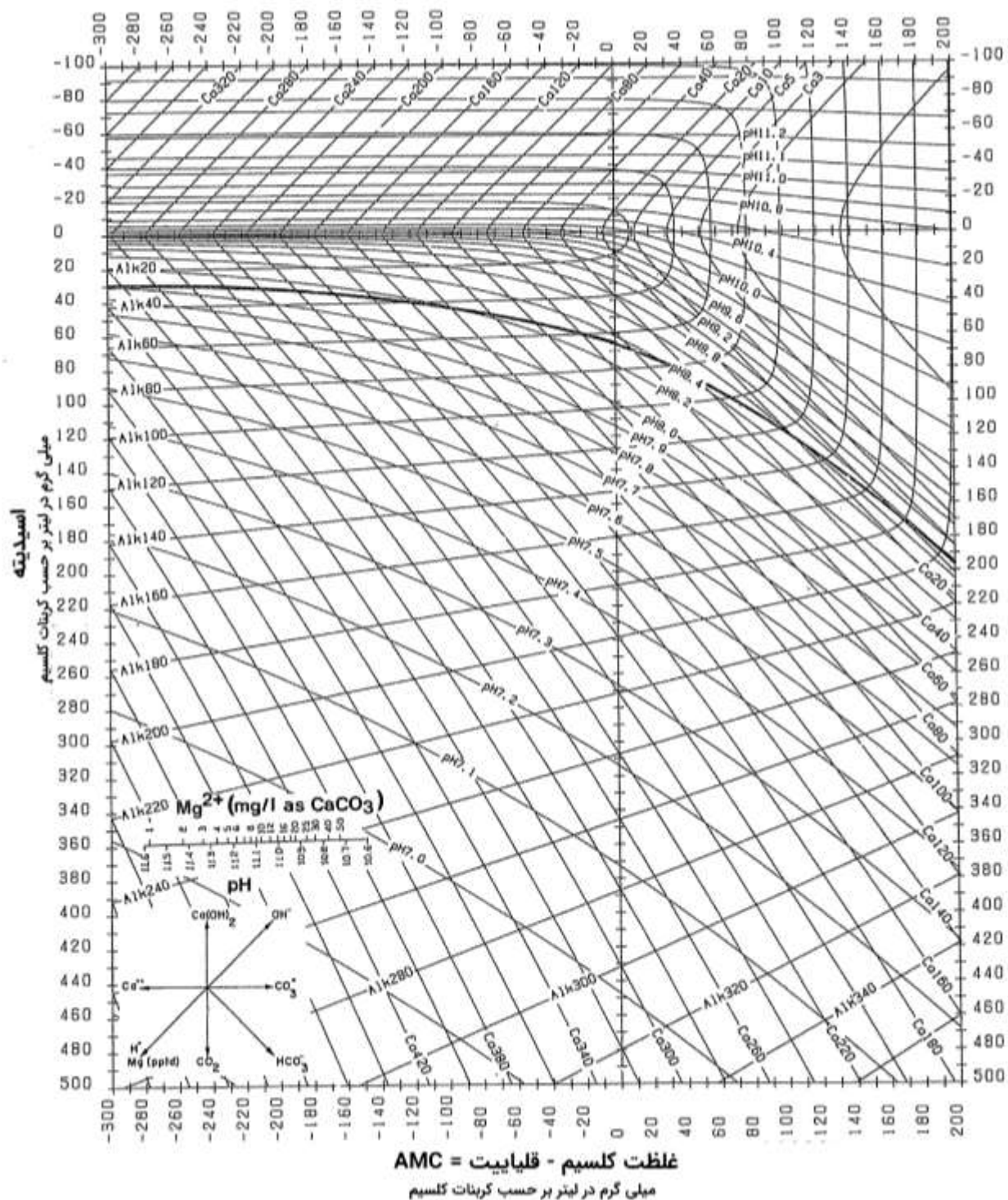
نمودار ۷: دیاگرام کالدول و لارنس (دما: ۱۵°C، میزان جامدات محلول: ۴۰۰ mg/L، مقاومت یونی: ۰.۱)



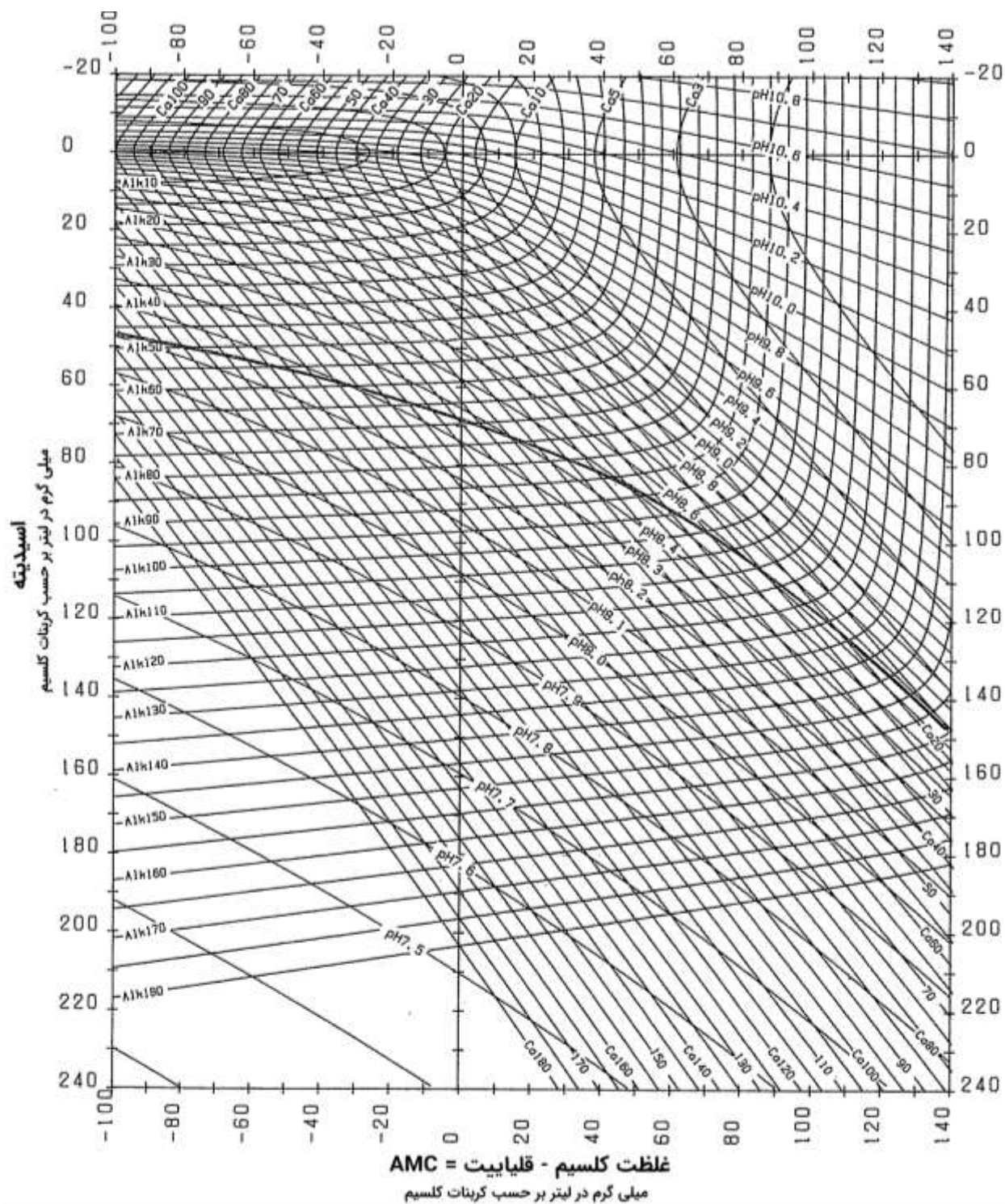
نمودار ۸: دیاگرام کالدول و لارنس (دما: ۲۰ °C، میزان جامدات محلول: ۲۰۰ mg/L، مقاومت یونی: ۰,۰۰۵)



نمودار ۹: دیاگرام کالدول و لارنس (دما: ۲۰ °C، میزان جامدات محلول: ۱۰۰ mg/L، مقاومت یونی: ۰,۰۰۲۵)



نمودار ۱۰: دیاگرام کالدول و لارنس (دما: ۲۰ °C، میزان جامدات محلول: ۲۰۰ mg/L، مقاومت یونی: ۰,۰۰۵)



نمودار ۱۱: دیاگرام کالدول و لارنس (دمای 20°C ، میزان جامدات محلول: 400 mg/L ، مقاومت یونی: $(0,0)$)

کتابنامه

[۱] استاندارد ملی ایران ۶۶۹۴، آب آشامیدنی بسته بندی شده - ویژگی ها و روش های آزمون
