Research in Chemistry Education, Vol 6, No 2, 104-119

Research in Chemistry Education

https://chemedu.cfu.ac.ir

The Application of red-cabbage extract as an acid-base indicator in various forms in high school chemistry

Hamed Nazarpour-Fard [1,*]

[1] *Chemistry Laboratory, Science Laboratories, Shahid Beheshti High School, District 1, Department of Lorestan Education, Iran*

* Corresponding author: (Nazarpoorfard@gmail.com)

ABSTRACT

Red-cabbage extract (RCE) with its purple color in neutral environment, contains anthocyanin compounds and can act as an acid-base indicator. In this study, red cabbage extract in the form of liquid extract, dried cabbage powder, as well as paper, cotton, and sponge soaked in the extract were used as acid-base indicators. Then, the characteristics of the prepared materials were compared with each other. Compared to paper, cotton was more easily impregnated by RCE and quickly wetted in acidic/alkaline solutions. The sponge was easily impregnated by RCE, but didn't show a high clarity of color-changes as a pH-identifier, because it cannot absorb much RCE due to its hydrophobicity. RCE can also be used directly as a pH-identifier and shows good color-changes in various acidities. Nevertheless, it was found that the use of dried red-cabbage powder as a pH indicator is more appropriate than the other pH indicators. This superiority of dried red-cabbage powder probably results from it's simple and easy production as well as its clear color-change in acidic and basic solutions. Additionally, this research could have positive effects on introducing the notions of acid, base, pH indicator, and bio-materials, it has also led to the creation of some experiments, which can be used in high-school labs for the purpose of practical teaching.

Keywords: Acid/base indicator, anthocyanin, red-cabbage extract (RCB), red-cabbage dried powder, RCB-impregnated materials.

RESEARCH ARTICLE

Received: 17 February 2024
Revised: 3 May 2024
Accepted: 27 May 2024
Published online: 29 May 2024
Print ISSN: 3041-9271
Online ISSN: 2717-2279

Citation: Nazarpour-Fard, H. (2024). The Application of red-cabbage extract as an acid-base indicator in various forms in high school chemistry. *Research in Chemistry Education*, *6*(2), 104-119.
https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.16136.1235

© The author(s)
Publisher: Farhangian University

پژوهش در آموزش شیمی، سال ششم، شماره دوم، صفحات ۱۱۹-۱۰۴

پژوهش در آموزش شیمی
https://chemedu.cfu.ac.ir

کاربرد عصاره کلم‌قرمز در اشکال مختلف به عنوان شناساگر اسید و باز در درس شیمی متوسطه دوم

حامد نظرپورفرد ۱،*

۱. آزمایشگاه شیمی، آزمایشگاه‌های علوم‌تجربی، مدرسه استعدادهای درخشان متوسطه دوم شهید بهشتی، آموزش و پرورش ناحیه ۱، اداره کل آموزش و پرورش استان لرستان، ایران

* نویسنده مسئول: (Nazarpoorfard@gmail.com)

چکیده

عصاره کلم‌قرمز (آب کلم) در محیط خنثی، رنگ بنفش دارد، دارای ترکیبات آنتوسیانین می‌باشد و می‌تواند نقش شناساگر اسید و باز را داشته‌باشد. بنابراین، در این پژوهش، عصاره کلم‌قرمز به صورت عصاره محلول، پودر کلم خشک‌شده و همچنین کاغذ، پنبه و اسفنج آغشته‌به‌عصاره به عنوان شناساگر اسید و باز مورد استفاده قرار گرفتند و ویژگی‌های شناساگرهای مربوطه با همدیگر مقایسه شدند. در مقایسه با کاغذ، پنبه این مزیت را نشان داد که آغشته‌سازی آن به عصاره کلم و یا محلول‌های اسیدی و بازی، راحت و سریع‌تر است. اسفنج به‌راحتی به عصاره کلم‌قرمز آغشته می‌شود اما در کاربرد آن به عنوان شناساگر در اسیدیته‌های مختلف، وضوح خوبی در تغییر رنگ‌ها مشاهده نمی‌شود چون به علت آبگریزی، عصاره زیادی جذب نمی‌کند و عصاره‌ی مربوطه، به‌راحتی از اسفنج جدا می‌شود. خود عصاره را نیز می‌توان به طور مستقیم مورد استفاده قرار داد که با افزودن محلول اسیدی یا بازی به آن، تغییر رنگ‌های خوبی دیده‌می‌شوند. به طور کلی با وجود مزایا و معایب روش‌های بالا، مشخص شد که کاربرد پودر خشک کلم‌قرمز به عنوان شناساگر نسبت به دیگر روش‌های فوق‌الذکر، مناسب‌تر است. دلیل این امر، این است که روش ساخت آن نسبت به دیگر روش‌ها، ساده‌تر و کاربرد آن، راحت‌تر است و تغییر رنگ‌های آن در اسیدیته‌های مختلف نیز وضوح بیشتری دارند. لازم به ذکر است که این پژوهش، علاوه بر تأثیر مثبت بر آشنایی با مفاهیم pH، شناساگرهای اسید و باز و مواد زیستی، منجر به خلق آزمایش‌هایی ساده شده‌است که می‌توان از آنها در آزمایشگاه به عنوان آموزش عملی بهره برد.

واژه‌های کلیدی:
شناساگر اسید و باز، آنتوسیانین، عصاره کلم‌قرمز، پودر خشک کلم‌قرمز، مواد آغشته به عصاره کلم‌قرمز.

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۲۸
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۱۴
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۰۷
تاریخ انتشار آنلاین: ۱۴۰۳/۰۳/۰۹
شاپا چاپی: ۹۲۷۱-۳۰۴۱
شاپا الکترونیکی: ۲۲۷۹-۲۷۱۷

ارجاع: نظرپورفرد، حامد (۱۴۰۳). کاربرد عصاره کلم‌قرمز در اشکال مختلف به عنوان شناساگر اسید و باز در درس شیمی متوسطه دوم. پژوهش در آموزش شیمی، ۶(۲)، ۱۱۹-۱۰۴.

https://doi.org/ 10.48310/CHEMEDU.2024.16136.1235

© نویسندگان.
ناشر: دانشگاه فرهنگیان

مقدمه

شیمی یکی از دروس و یا علوم تجربی مقطع متوسطه دوم در آموزش و پرورش است که اهمیت زیادی هم در کنکور و هم در زندگی روزمره دارد. آموزش و تدریس این درس، دارای سختی‌هایی بوده و همواره نیازمند پیدا کردن روش‌های نوآورانه و جدید برای بهبود امر یادگیری می‌باشد. استفاده از آموزش‌های عملی و آزمایشگاهی در آزمایشگاه شیمی، راهکاری جالب‌توجه برای تفهیم بهتر این درس است. توجه به آموزش عملی و آزمایشگاهی در کنار تدریس تئوری، می‌تواند باعث تحریک انگیزش، تفکر، کنجکاوی و قوه پژوهش در دانش‌آموزان و سبب آموزش و یادگیری بهتر مفاهیم شیمی شود (بهرامی‌مداح و همکاران، ۱۴۰۲). واضح است که برای یادگیری عمیق‌تر در دروس مختلف تجربی، آموزش باید به صورت ترکیبی از تئوری و عملی باشد. استفاده از تصاویر سه‌بعدی، انیمیشن، مدل‌های شیمیایی و شبیه‌سازی مفاهیم و واکنش‌ها، در تفهیم بهتر مفاهیم شیمی نیز موثرهستند. اما لازم است که دانش‌آموزان در محیط آزمایشگاهی واقعی قرار گیرند و آزمایش‌های عملی مختلف را انجام دهند. چون مهارت‌های عملی، نقش مهمی در یادگیری و تثبیت مفاهیم تئوری دارند و منجر به افزایش اعتماد به‌نفس دانش‌آموزان می‌شود (اسدپور زینالی، ۱۴۰۲). انجام آزمایش‌های شیمی به عنوان آموزش عملی، روشی خیلی موثر برای تقویت بخش بصری تدریس و دستیابی به اهداف آموزشی می‌باشد. انجام آزمایش‌های مرتبط با متن درس شیمی، می‌تواند خیلی از نقص‌های آموزش انتزاعی درس شیمی را پوشش دهد. جهت دستیابی به یادگیری بهتر و عمیق‌تر موضوعات تئوری درس شیمی مقطع متوسطه دوم توسط دانش‌آموزان، لازم است که تمام مراحل هر آزمایش به صورت دقیق اجراء شوند (احمدی و خدایی، ۱۳۹۹). آزمایشگاه، قسمتی مکمل برای آموزش بهتر علوم تجربی است که برای دانش‌آموزان، زمینه فعالیت‌های عملی و آزمایشگاهی مرتبط با موضوعات درسی را فراهم می‌کند. با توجه به اینکه بخش بزرگی از کشفیات و یافته‌های علوم تجربی، از راه مشاهده مستقیم و انجام پژوهش و آزمایش عملی به دست می‌آیند، موثرترین و بهترین مسیر یادگیری علوم تجربی، انجام پژوهش و آزمایش‌های عملی در آزمایشگاه و مشاهده مستقیم پدیده‌های علمی است (رمضانیان و همکاران، ۱۴۰۱).

بر این اساس، در این کار تحقیقاتی نیز تصمیم گرفته‌شد که تأثیر آزمایش‌های تعیین pH محلول‌ها توسط انواع شناساگر، بر امر آموزش شیمی، مورد بررسی قرار گیرد. شناساگرها موادی برای تعیین نقطه پایانی در انواع تیتراسیون هستند که فنل‌فتالئین، متیلن‌آبی، متیل‌قرمز، متیل‌اورانژ از نمونه شناساگرهایی هستند که در تیتراسیون‌های اسیدی و بازی استفاده می‌شوند و به عبارتی، در محیط‌های اسیدی و بازی، تغییر رنگ داده و ایجاد رنگ‌هایی متفاوت می‌کنند.

معمولاً در آزمایشگاه‌های دانش‌آموزی، از کاغذ pH به عنوان شناساگر برای سنجش اسیدیته محلول‌ها استفاده می‌شود، در حالی که گاهی‌اوقات امکان دارد در یک آزمایشگاه، کاغذ pH موجود نباشد. بنابراین، یافتن روش‌های ساده جایگزین مخصوصاً مواد زیستی (گیاهی) می‌تواند مفید باشد و به امر یادگیری بهتر مفاهیم درسی کمک کند و باعث آشنایی بیشتر دانش‌آموزان با مواد گیاهی و زیستی شود. بی‌شک، اینگونه پژوهش‌ها (مانند ساخت شناساگرها و استفاده از آنها در تعیین اسیدی و بازی بودن محلول‌ها) دارای جذابیت‌های خاصی هستند و می‌تواند بر تقویت قوه پژوهش و کنجکاوی ذهن دانش‌آموزان موثر واقع شود.

گیاهان رنگی از جمله عصاره کلم‌قرمز، دارای ترکیباتی (مانند آنتوسیانیدین‌ها) هستند که در محیط‌های اسیدی و بازی تغییر رنگ می‌دهند و می‌توان از آنها در نقش شناساگرهای اسیدی و بازی استفاده کرد. چون نگهداری عصاره کلم‌قرمز به مدت زیاد، دارای دشواری‌هایی است، می‌توان از کلم‌قرمز، پودر خشک و یا مواد آغشته به عصاره ایجاد کرد.

ترکیبات آلی و معدنی مختلفی، عامل ایجاد رنگ هستند که در میان آنها، می‌توان آنتوسیانیدین‌ها را نام برد (خان[1] و فاروقی[2] و همکاران، ۲۰۱۶). فرم گلیکوزیده آنتوسیانیدین‌ها، آنتوسیانین نام دارد. معمول‌ترین آنتوسیانیدین موجود در گیاهان، سیانیدین نام دارد که عامل رنگ آبی گل‌گندم[3] و رنگ قرمز رز[4] (گل سرخ) است. بعد از سیانیدین، ترکیب دلفینیدین[5] و پلارگونیدین[6] جزء رایج‌ترین‌ها هستند. رنگ این ترکیبات در pH های مختلف، تغییر می‌کند (چارلز اوانس[7]، ۲۰۰۹). آنتوسیانین‌ها عامل رنگ قرمز، آبی و بنفش بسیاری از گیاهان هستند (ولچ[8] و همکاران، ۲۰۰۸).

با قرارگیری شناساگرها در محلول‌های اسیدی یا بازی، واکنش‌هایی انجام می‌شود و شناساگر به ماده‌ای دیگر با رنگی متفاوت تبدیل می‌شود. ماده بنفش‌رنگ آنتوسیانین موجود در کلم‌قرمز که از این قانون مستثنی نیست، در محلول‌های اسیدی مانند سرکه، به رنگ قرمز در می‌آید اما در محلول‌های بازی مانند جوش‌شیرین، به رنگ سبز و زرد تغییر پیدا می‌کند. این ترکیب در محلول‌های خنثی (مانند آب خالص)، به همان رنگ بنفش باقی می‌ماند. آنتوسیانین‌ها طیف وسیعی از رنگ‌ها را بر حسب قدرت اسیدی و بازی محلول‌ها، نشان می‌دهند. حتی می‌توان از مواد موجود در زندگی روزمره (مواد شوینده، انواع مرکبات و ...) برای ساخت محلول‌های اسیدی یا بازی استفاده کرد (عابدی فیروز

[1] Khan
[2] Farooqui
[3] Cornflower
[4] Rose
[5] Delphinidin
[6] Pelargonidin
[7] Charles Evans
[8] Welch

جاه و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین، در پژوهش‌های انجام شده توسط وو و همکاران در سال ۲۰۱۹ بر روی خاصیت شناساگری عصاره حاوی آنتوسیانین حاصل از کلم قرمز، تنوعی از رنگ‌ها در محلول‌هایی با pHهای مختلف مشاهده شد.

پیشینه پژوهش

این بررسی آزمایشگاهی و پژوهشی، به این هدف انجام شد که کاربرد عصاره کلم‌قرمز به صورت عصاره محلول، پودر کلم خشک‌شده و کاغذ، پنبه و اسفنج آغشته‌به‌عصاره در تشخیص اسیدیته محلول‌ها مورد بررسی قرار گیرد. هدف دیگر، تقویت و توسعه خلاقیت، نوآوری و تحقیق و پژوهش در مدارس و تهییج دانش‌آموزان به سمت درس شیمی بود. هدف سوم نیز خلق آزمایش‌هایی ساده و جدید بود که از آنها در آزمایشگاه به عنوان آموزش عملی استفاده شود. هدف دیگر، آشنایی دانش‌آموزان با اهمیت استفاده از مواد زیستی در راستای حفاظت از سلامت انسان، حیوانات و محیط-زیست و کاربرد روش‌های ساده و طبیعی برای بیان مفاهیم درسی می‌باشد. به هدف تأثیرگذاری بیشتر پژوهش، مراحل عملی آزمایش برای دانش‌آموزان به صورت مرحله به مرحله انجام شد و حتی یکی از دانش‌آموزان مراحل آزمایش را انجام داده و فیلم انجام آزمایش نیز ضبط شد.

مطالعه‌ای شبیه این کار تحقیقاتی، توسط وو[1] و همکاران بر روی فیلم‌های کامپوزیتی پلی(وینیل‌الکل)/کیتوسان با استفاده از آنتوسیانین استخراج‌شده از کلم‌قرمز انجام شد. خواص مکانیکی (خواص کششی) خوبی در شناساگرهای حاصل از فیلم پلی(وینیل‌الکل)/کیتوسان و عصاره کلم‌قرمز مشاهده شد و تغییر رنگ سریع در محلول‌هایی با pHهای مختلف در آنها مشاهده‌شد (وو و همکاران، ۲۰۱۹). در یک مقاله منتشر شده، روش‌های اندازه‌گیری pH بتن گزارش شده‌است. اندازه‌گیری pH در بتن نیز مهم است چون تعیین سطح قلیایی بتن، اهمیت زیادی دارد و شدیدترین آسیب-های بتن با کاهش سطح قلیایی (کاهش pH بتن) ایجاد می‌شوند. بنابراین، در تحقیقات مهندسی عمران، اندازه‌گیری pH بتن با روشی دقیق و قابل‌اعتماد، اهمیت بسیار زیادی دارد (بنهود[2] و همکاران، ۲۰۱۶). در یک بررسی تحقیقاتی دیگر، مروری بر کاربرد عصاره‌های گیاهی به عنوان شناساگرهای طبیعی انجام گرفته‌است که از بین آنها، آنتوسیانیدین‌ها و فلاون‌ها را به طور مفصل مورد بحث قرار داده است (خان[3] و فاروقی[4] و همکاران، ۲۰۱۶). در یک

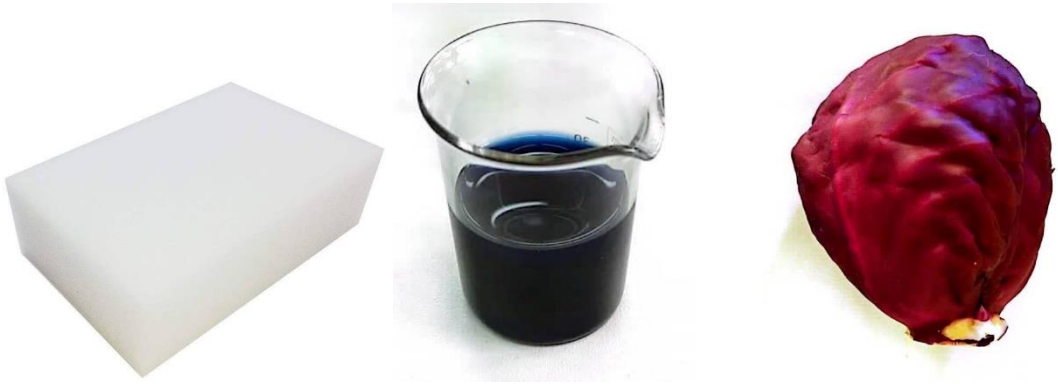
[1] Vo
[2] Behnood
[3] Khan
[4] Farooqui

پژوهش دیگر، از عصاره گل لوبیا پروانه‌ای[1] (با نام علمی کلیتوریا[2]، گیاهی خوراکی با گل‌های آبی که به عنوان رنگ خوراکی استفاده می‌شود) برای اندازه‌گیری pH محلول‌ها استفاده شده‌است و از آن، کاغذ pH نیز ساخته‌شد. یافته‌های این پژوهش نشان داد که عصاره این گیاه برای بررسی pH محلول‌ها، شناساگر مناسبی است (به جز در محلول‌های اسیدی ضعیف) و کاغذ pH حاصل از آن (به جز در محدوده pH ۶-۴) می‌تواند به عنوان کاغذ pH موثری مورد استفاده قرار گیرد (سیاهیرا[3] و همکاران، ۲۰۱۸). همچنین، تحقیقاتی بر روی ساخت کاغذ شناساگر pH بوسیله‌ی جذب سطحی عصاره زردچوبه[4] بر روی کاغذ صافی انجام شده‌است. در بررسی مفصل تغییر رنگ‌های این کاغذ در اسیدیته-های مختلف محلول‌ها، رنگ‌های زرد، زرد-نارنجی، قرمز آجری کم‌رنگ، قرمز آجری و قرمز آجری تیره در مقادیر مختلف pH دیده شدند (لبا[5] و همکاران، ۲۰۲۲). در یک مقاله دیگر، استفاده از شناساگرهای pH حاصل از آگار، نشاسته سیب‌زمینی و رنگ‌های طبیعی استخراج‌شده از سیب‌زمینی شیرین بنفش[6]، مورد بررسی قرار گرفت. هم آگار و هم نشاسته سیب‌زمینی، ساپورت‌های جامدی هستند که برای تثبیت آنتوسیانین‌ها استفاده شدند. این شناساگرها تغییرات رنگی را در محدوده‌های pH حاصل ۲-۱۰ نشان دادند و سازگاری خوبی بین عصاره‌های آگار، نشاسته و آنتوسیانین دیده‌شد. حتی در کاربرد آنها به عنوان حسگر فساد گوشت برای تعیین pH گوشت خوک، مشخص شد که می‌توان از آنها به عنوان ابزار تشخیص فساد مواد غذایی استفاده کرد (چوُی[7] و همکاران، ۲۰۲۲). با توجه به اینکه آنتوسیانین در عصاره آبی هیبیسکوس[8] نیز وجود دارد، استفاده از این عصاره به عنوان شناساگر طبیعی pH در حوزه بسته‌بندی هوشمند نیز مورد بررسی واقع شد. به این منظور، فیلم‌های حاوی عصاره‌ی آبی هیبیسکوس، نشاسته، ژلاتین یا کیتوسان تهیه شدند که تنوع رنگ این فیلم‌های هوشمند به وضوح مشاهده شد و کاملاً به pH وابسته بود (پرالتا[9] و همکاران، ۲۰۱۹). در پژوهشی دیگر، از طریق واکنش فنل‌فتالئین و اورتو-کرزول‌فتالئین با فرمالدئید، دو نوع شناساگر pH، سنتز شده و بر روی غشاءهای پلی (وینیل‌الکل) تثبیت شدند که غشاءهای حاصل، پایداری و نتایج خوبی نشان دادند (لیو[10] همکاران، ۲۰۰۵؛ لیو و همکاران، ۲۰۰۴).

[1] Butterfly pea
[2] Clitoria ternatea Linn
[3] Syahirah
[4] Turmeric rhizome ethanol
[5] Leba
[6] Purple sweet potato, *Ipomoea batatas*
[7] Choi
[8] Hibiscus
[9] Peralta
[10] Liu

روش

با استفاد از روش معمولی آبگیری از میوه‌ها، از کلم قرمز (شکل ۱ (الف)) به عنوان منبع آنتوسیانین، عصاره لازم (شکل ۱ (ب)) گرفته‌شد که بنفش‌رنگ بود و به عنوان شناساگر اسید و باز مورد استفاده واقع‌شد. از کاغذ (A4)، پنبه (پنبه مورد استفاده در کاربردهای بهداشتی) و اسفنج (شکل ۱ (پ)) نیز برای تهیه مواد آغشته‌به‌عصاره استفاده شد. از ظروف پتری نیز برای خیساندن مواد مربوطه در عصاره کلم و همچنین برای تست تعیین اسیدیته محلول‌ها، بهره‌برداری شد. لازم به ذکر است که تمام آزمایش‌های این پژوهش (آبگیری از کلم قرمز، ساخت پودر خشک کلم‌قرمز، آغشته‌سازی و غوطه‌وری مواد به عصاره کلم و مراحل خشک‌کردن مواد) در شرایط دما و فشار محیط انجام شدند.

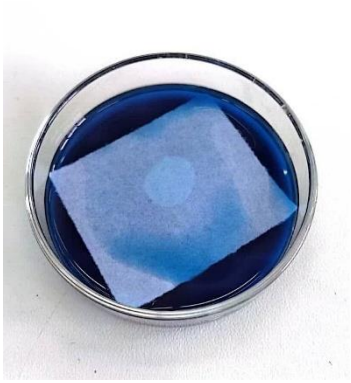


الف **ب** **پ**

شکل ۱- تصاویری از (الف) نمونه کلم، (ب) عصاره حاصل از آن و (پ) اسفنج استفاده شده در این پژوهش.

۱- روش خیساندن کاغذ در عصاره کلم‌قرمز

در این روش، تکه‌هایی از کاغذ در ظروف پتری قرار گرفتند و سپس، در عصاره کلم‌قرمز غوطه‌ور شدند (شکل ۲ (الف)). بعد از گذشت مدت‌زمان کافی، عصاره کلم در بافت کاغذ نفوذ کرد. در ادامه، فرصت کافی داده‌شد که کاغذهای خیس‌شده، خشک شوند که کاغذهای خشک‌شده دارای رنگ بنفش بودند (شکل ۲ (ب)). سپس، از کاغذهای تهیه‌شده، برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن محلول‌ها استفاده شد.



الف **ب**

شکل ۲- تصاویری از (الف) تهیه کاغذ pH به روش خیساندن در عصاره کلم‌قرمز و (ب) کاغذ حاصل از این روش.

۲- روش آغشته‌سازی کاغذ به کلم رنده‌شده (تفاله کلم)

در این روش، کلم قرمز، تهیه و کاملاً رنده شد. سپس، کاغذهای مربوطه را در کف یک ظرف قرار داده و کلم‌های رنده‌شده (تفاله کلم‌قرمز) به صورت یکنواخت بر روی کاغذها قرار داده‌شدند (شکل ۳ (الف)). فرصت کافی داده شد که عصاره بنفش‌رنگ کلم‌قرمز در بافت کاغذ نفوذ کند و کاغذها رنگی شوند. در نهایت، بعد از گذشت زمان کافی، تفاله‌های کلم‌قرمز از روی کاغذ برداشته‌شدند و اجازه داده شد که کاغذهای کاملاً رنگی و بنفش‌رنگ، خشک شوند، سپس، به عنوان کاغذ یا شناساگر pH مورد استفاده قرار گرفتند. محصول نهایی این روش نیز نتایج مناسب و مدنظر را ایجاد کرد. در شکل ۳ (ب) نیز کاغذ رنگی حاصل از روش آغشته‌سازی دیده‌می‌شود که به عنوان کاغذ pH برای تشخیص اسیدی یا بازی‌بودن محلول‌های مختلف، قابل استفاده است.

الف **ب**

شکل ۳- تصاویری از (الف) تهیه کاغذ pH به روش آغشته‌سازی به تفاله کلم‌قرمز و (ب) کاغذ حاصل از این روش.

۳- روش تهیه پودر کلم‌قرمز خشک‌شده

در این روش، مقداری از کلم قرمز، رنده شد، در هوای آزاد قرار گرفت و فرصت کافی داده‌شد که به طور کامل خشک شود. سپس ماده حاصل، با استفاده از هاون، به اندازه کافی ریز و یکنواخت شد. در نهایت، پودر نهایی حاصل (شکل ۴ (الف) به عنوان شناساگر استفاده شد.

۴- روش خیساندن پنبه در عصاره کلم‌قرمز

در مورد خیساندن پنبه در عصاره نیز همان روش ساخت کاغذ آغشته‌به‌عصاره مورد استفاده قرار گرفت. به عبارتی، مقداری دلخواه از پنبه در عصاره کلم، غوطه‌ور شد که عصاره به‌راحتی جذب پنبه شد. بعد از خشک کردن پنبه خیس-شده در دما و فشار محیط، نمونه پنبه‌رنگی ایجاد شد که تصویری از آن در شکل ۴ (ب) مشاهده می‌شود.

ب **الف**

شکل ۴- تصاویری از (الف) پودر حاصل از کلم‌قرمز خشک‌شده و (ب) پنبه خشک‌شده حاوی عصاره کلم‌قرمز.

یافته‌ها

۱- استفاده مستقیم از محلول عصاره کلم‌قرمز به عنوان شناساگر اسید و باز

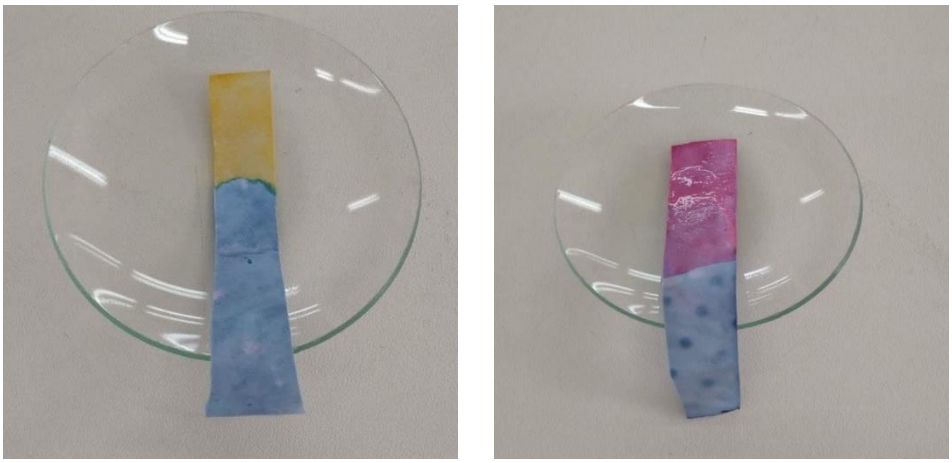
در شکل ۵ دیده‌می‌شود که رنگ عصاره کلم‌قرمز در محیط خنثی، بنفش‌رنگ می‌باشد، در محیط اسیدی، رنگ آن به قرمز می‌گراید و در محیط‌های بازی، به سمت سبز، تغییر رنگ پیدا می‌کند. لازم به ذکر است که در محیط‌های شدیداً بازی، زرد رنگ می‌گردد. این شواهد نشان می‌دهد که می‌توان از عصاره‌کلم‌قرمز به هدف ساخت کاغذ pH استفاده کرد. مزیت کاغذ pH حاصل از عصاره‌کلم نسبت به عصاره خالص کلم، این است که کاغذهای خشک بنفش-رنگ را می‌توان در آزمایشگاه نگهداری کرد و در موارد و آزمایش‌های مختلف مورد استفاده قرار داد اما ماندگاری عصاره کلم‌قرمز در آزمایشگاه سخت است و امکان فاسد شدن دارد.

خنثی اسیدی بازی

شکل ۵- تغییر رنگ محلول عصاره کلم‌قرمز در محیط‌های خنثی، اسیدی و بازی.

۲- بررسی عملکرد کاغذ pH حاصل از عصاره کلم‌قرمز به عنوان شناساگر اسید و باز

در شکل‌های ۲ و ۳، نمونه‌هایی از کاغذهای آغشته به عصاره کلم‌قرمز مشاهده‌می‌شود. همانطور که دیده‌می‌شود، می‌توان کاغذ pHهایی در ابعاد مختلف تهیه کرد و هنگام استفاده، به ابعاد مورد نیاز، برش داده‌شوند. این روش، روشی ارزان‌قیمت است و با استفاده از عصاره کلم‌قرمز، می‌توان تعداد زیادی کاغذ pH تهیه کرد و برای آزمایش‌های مختلف، در آزمایشگاه نگهداری کرد. در خیلی از کاربردها (مخصوصاً زمانی که دقت، خیلی مهم نیست و مقایسه کیفی محلول-ها انجام می‌گیرد)، می‌توان از این نوع کاغذ pH به عنوان جایگزین، استفاده کرد و از نظر اقتصادی نیز صرفه‌جویی به عمل آورد. حتی خود فرایند تهیه کاغذ pH و دیگر مواد آغشته به عصاره کلم‌قرمز (پنبه و اسفنج آغشته به عصاره) را می‌توان در قالب آزمایش‌هایی برای دانش‌آموزان انجام داد که دارای جذابیت‌های خوبی برای آنها می‌باشد. همانطور که مشاهده می‌شود، کاغذ حاصل در محیط اسیدی، به رنگ قرمز در می‌آید (شکل ۶ (الف)) و در محیطی با قدرت بازی بالا، به سمت رنگ زرد (شکل ۶ (ب)) تغییر رنگ پیدا می‌کند.



ب الف

شکل ۶- تصاویری از تغییر رنگ کاغذهای pH تهیه‌شده، در محیط‌های (الف) اسیدی و (ب) بازی.

علاوه بر موارد فوق‌الذکر، رنگ کاغذ حاصل در pHهای مختلف نیز مورد بررسی قرار گرفت که شکل ۷ بیانگر این مشاهدات است. در افزایش غلظت باز در محیط‌های بازی، رنگ کاغذ ابتدا از بنفش به سمت سبز و سپس به زرد تغییر پیدا می‌کند، در حالی که در محیط‌های اسیدی، با افزایش غلظت اسید، ابتدا از بنفش به سمت آبی کم‌رنگ و سپس به رنگ قرمز، تغییر رنگ پیدا می‌کند. تفاوت رنگ بین محلول‌های مختلف، قابل‌تشخیص و واضح است که این بیانگر مناسب‌بودن این نوع کاغذ pH به عنوان جایگزین کاغذهای آزمایشگاهی است.

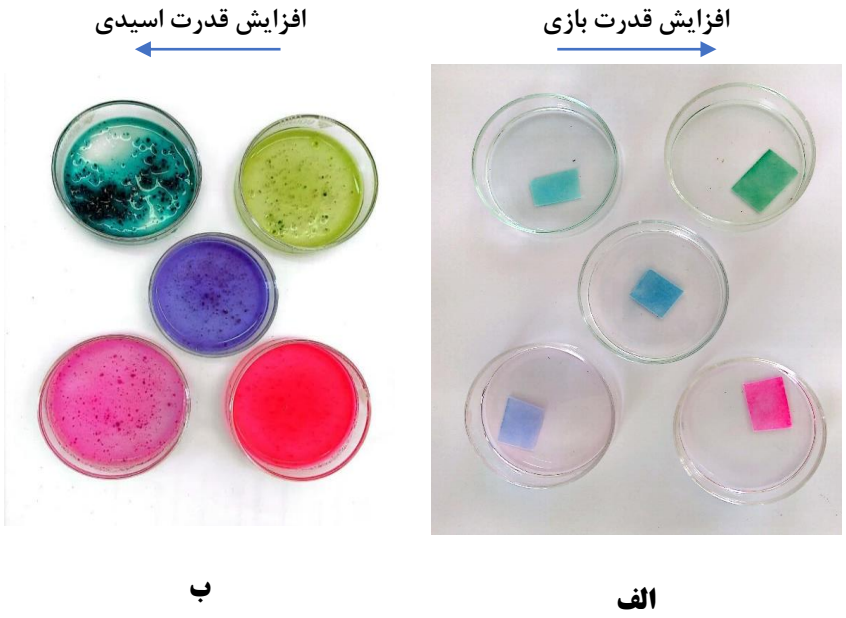
شکل ۷- تصاویری از تغییر رنگ کاغذ pH تهیه‌شده، در محیط‌هایی با قدرت اسیدی و بازی مختلف.

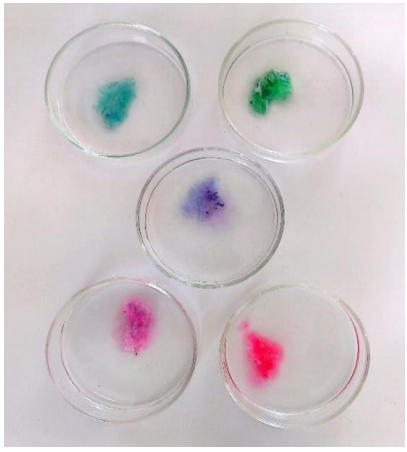
۳- مقایسه شناساگرهای مختلف تهیه‌شده در این پژوهش

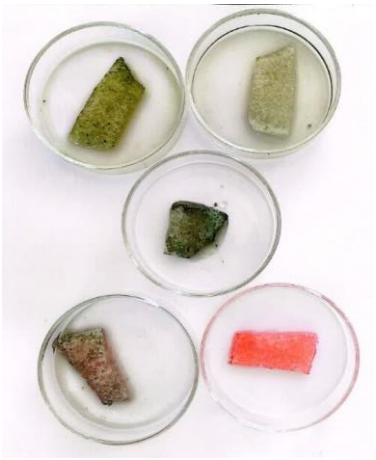
در مرحله بعد، مقایسه‌ای بین تغییر رنگ اشکال مختلف عصاره کلم‌قرمز در محیط‌های اسیدی و بازی انجام شد (شکل ۸). همانطور که در شکل زیر دیده می‌شود، همه روش‌های پودر کلم خشک‌شده و کاغذ، پنبه و اسفنج آغشته به عصاره، عملکرد همدیگر را تأیید می‌کنند. واضح است که در استفاده از همه‌ی شناساگرها، با افزایش قدرت بازی، رنگ شناساگر به سمت سبز و در نهایت به رنگ زرد گرایش پیدا کرد اما در محیط اسیدی با افزایش قدرت اسیدی، رنگ کاغذ به سمت قرمز تغییر یافت.

هر کدام از این شناساگرها، مزایای خاص خود را دارند و بسته به انتخاب شخصی و شرایط دسترسی به مواد، می‌توان هرکدام از آنها را مورد استفاده قرار داد. به عنوان مثال، استفاده از پنبه، خیلی راحت است و جذب عصاره کلم توسط پنبه خیلی سریع می‌باشد. به‌راحتی می‌توان تکه‌ای پنبه را در عصاره فرو برده و سپس خشک کرد و به عنوان شناساگر اسید و باز استفاده کرد. از این نظر، کاغذ نسبت به پنبه، فرایند طولانی‌تری دارد چون خیساندن و جذب عصاره کلم توسط کاغذ، به زمان بیشتری نیاز دارد.

به طور کلی، می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از پودر خشک‌شده کلم‌قرمز نسبت به دیگر روش‌ها، مزایای بیشتری دارد. به عنوان مثال، نیاز به عصاره‌گیری (آب‌گیری) ندارد، روش تولید آن، ساده و راحت است و می‌توان مقادیر دلخواهی از پودر مورد نظر را تهیه و جهت استفاده در آزمایش‌های مختلف، در آزمایشگاه نگهداری کرد. لازم به ذکر است که در استفاده از پودر کلم‌قرمز به عنوان شناساگر اسید و باز، تغییر رنگ‌ها واضح و شفاف‌تر هستند و حتی می‌توان پودر خشک‌شده کلم‌قرمز را دوباره در آب حل کرد و از آن، عصاره‌ی جدید ساخت.







پ ت

شکل ۸- تصویری از تغییر رنگ (الف) پودر کلم خشک‌شده، (ب) کاغذ، (پ) پنبه و (ت) اسفنج آغشته به عصاره در محیط‌هایی با قدرت اسیدی و بازی مختلف.

بحث و نتیجه‌گیری

تحقیق و پژوهش به هدف بهبود آموزش درس شیمی باعث کشف آزمایش‌ها و روش‌های جدید با جذابیت بیشتر، برای یادگیری این درس می‌شود. به عنوان مثال، شبیه‌سازی‌های کامپیوتری، آزمایشگاه‌های مجازی و فیلم‌های آموزشی از جمله روش‌های آموزشی هستند که طی تحقیقات و پژوهش‌های مختلف، کشف شده‌اند. خلاقیت و نوآوری نیز عوامل موثری در بهبود آموزش شیمی هستند. نوآوری در محتوای آموزشی، استفاده از روش‌های نوآورانه و ارتباط بخشیدن آموزش به دنیای واقعی می‌تواند باعث افزایش انگیزش دانش‌آموزان و یادگیری عمیق‌تر آنها شود (عظمت، ۱۴۰۲). به عنوان مثال، نتایج حاصل از یک پژوهش نشان داد که در سطح اطمینان ۹۵٪، میانگین نمرات پیشرفت تحصیلی آزمون گروه آزمایش (آموزش تئوری همراه با آموزش عملی و حضور در آزمایشگاه) و گروه کنترل (آموزش تئوری)، تفاوت فاحشی با یکدیگر دارند و میزان یادگیری دانش‌آموزان در گروه آزمایش، بیشتر بوده‌است (علیزاده و علیزاده، ۱۴۰۲).

در این پژوهش، مشخص شد که عصاره کلم‌قرمز، پودر کلم خشک‌شده و کاغذ، پنبه و اسفنج آغشته به عصاره، این قابلیت را دارند که به عنوان شناساگر اسید و باز استفاده شوند. هر کدام از این روش‌ها مزایای خاص خود را دارند و بسته به انتخاب فرد و در دسترس بودن مواد، می‌توان از هر کدام از این روش‌ها برای توضیح مباحث اسید و باز و شناساگرهای اسید و باز بهره برد.

روش استفاده مستقیم از عصاره کلم‌قرمز به عنوان شناساگر، قابل قبول است و حتی یک آزمایش مرسوم برای ارائه به دانش‌آموزان است. اما به علت نیاز به شرایط خاص نگهداری عصاره، می‌توان از پودر کلم‌قرمز خشک‌شده و یا مواد آغشته به عصاره بهره برد.

جذب عصاره کلم‌قرمز توسط پنبه خیلی سریع است و براحتی می‌توان پنبه‌رنگی ساخت و به عنوان شناساگر مورد استفاده قرار داد. در کاربرد پنبه به عنوان شناساگر، این مزیت نیز دیده شد که سریع‌تر از کاغذ، محلول را جذب کرده و تغییر رنگ می‌دهد. از نظر ساخت، فرایند آغشته‌سازی کاغذ نسبت به پنبه، نیاز به زمان بیشتری دارد چون خیساندن و جذب عصاره کلم توسط کاغذ، یک فرایند طولانی‌تر است. با این وجود، کاربرد کاغذ pH نسبت به پنبه آغشته‌به عصاره، مرسوم‌تر است.

استفاده از پودر خشک‌شده کلم‌قرمز نسبت به دیگر روش‌ها، مزایای خاص خود را نشان داد. به عنوان مثال، تولید آن راحت است، نیاز به عصاره‌گیری ندارد، می‌توان مقادیر دلخواهی از پودر مورد نظر را تهیه کرد (جهت استفاده در موارد مختلف) و حتی در موارد نیاز، می‌توان پودر خشک‌شده را در آب حل کرد و از آن، عصاره جدید ساخت. لازم به ذکر است که در بین همه‌ی روش‌ها، در استفاده از پودر کلم‌قرمز، تغییر رنگ‌ها واضح‌تر و شفاف‌تر هستند.

بی‌شک، هر کدام از این روش‌ها، ارزان بوده و در آزمایشگاه، قابل‌استفاده هستند، مخصوصاً، در مواردی که تعیین اسیدیته محلول، به صورت کیفی مورد نیاز است و نیاز به دقت بالایی در تعیین pH نیست.

علاوه بر این، از زاویه دیگر نیز می‌توان به این قضیه نگاه کرد. به عبارتی، انجام آزمایش‌های تهیه پودر کلم خشک-شده و آغشته‌سازی مواد مختلف به عصاره کلم‌قرمز و بررسی اسیدیته محلول‌ها توسط شناساگرهای حاصل را می‌توان به عنوان چندین آزمایش مناسب برای آموزش به دانش‌آموزان (و آشنایی عملی آنها با مفاهیم درسی) در نظر گرفت و بی‌شک برای آنها، جذابیت‌های خاصی دارد و می‌تواند بر تقویت قوه پژوهش و کنجکاوی ذهن آنها موثر واقع شود.

لازم به ذکر است که اینگونه پژوهش‌ها و خلق آزمایش‌های عملی، بر ایجاد هیجان و تنوع آموزشی نیز موثر هستند و دانش‌آموزان را از فضای یکنواخت تئوری کلاس درس، خارج و وارد فضای عملی و پژوهشی می‌کند.

همچنین، این پژوهش (استفاده از ماده گیاهی به عنوان شناساگر اسید و باز) باعث آشنایی دانش‌آموز با مواد زیستی و اهمیت آنها می‌شود و ذهن او را به سمت کاربرد مواد طبیعی در زمینه‌های مختلف می‌کشاند.

از مزایای کارهای پژوهشی، این است که منجر به خلق ایده‌ها و مسیرهای تحقیقاتی جدید می‌شوند. این پژوهش نیز مسیرهای پژوهشی جدیدی را در ذهن نویسنده ایجاد کرد که در زیر، تعدادی از آنها ذکر شده‌اند. این ایده‌ها هم بیانگر تأثیر پژوهش بر خلاقیت فرد است و هم می‌توان از آنها در آینده برای خلق مواد و یافته‌های جدید، بهره برد.

- بررسی اثرات غلظت عصاره کلم‌قرمز بر قدرت شناساگری آن در محلول‌های اسیدی و بازی
- مقایسه انواع کاغذ مورد استفاده برای ساخت کاغذ pH توسط عصاره کلم‌قرمز
- مقایسه قدرت شناساگری انواع عصاره گیاهی حاوی ترکیبات شناساگر
- آغشته‌سازی ورق چوبی به عصاره کلم‌قرمز و مقایسه آن با مواد استفاده شده در این مقاله
- تبخیر آب موجود در عصاره کلم‌قرمز و استفاده از ماده رنگی جامد باقی‌مانده به عنوان شناساگر اسید و باز
- آغشته‌سازی پارچه سفید رنگ به عصاره کلم‌قرمز و مقایسه آن با مواد استفاده‌شده در این مقاله
- بررسی اثر دما بر کیفیت مواد آغشته به عصاره کلم‌قرمز
- استفاده مستقیم از برگچه‌های کلم‌قرمز (بدون عصاره‌گیری) به عنوان شناساگر اسید و باز
- استفاده از عصاره کلم‌قرمز برای تشخیص اسیدی یا بازی بودن انواع مواد خوراکی در منزل

پیشنهادات برای مطالعات آتی

بی‌شک، این آزمایش را می‌توان به طرق مختلف و با استفاده از مواد گیاهی مختلف انجام داد. علاوه بر این، می‌توان از مواد دیگر نیز به عنوان جایگزین کاغذ، پنبه و اسفنج استفاده کرد و آزمایش‌های جالب‌توجهی برای دانش‌آموزان تدارک دید. لذا تصمیم بر آن است که بر اساس ایده‌های موجود در جدول ۲، این آزمایش به روش‌های دیگر و با استفاده از دیگر مواد طبیعی نیز مورد مطالعه قرار گیرد. هدف از این مسیر تحقیقاتی، پویا و فعال شدن ذهن دانش-آموزان و قدرت کنجکاوی، جستجوگری و نقادی آنهاست.

تعارض منافع

«هیچ‌گونه تعارض منافع توسط نویسندگان بیان نشده است»

منابع

احمدی، یاور؛ خدایی، علیرضا (۱۳۹۹). مروری بر اهمّیّت آزمایشگاه و آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش. پژوهش در آموزش شیمی، ۲(۲)، ۶۵-۵۳.

اسدپور زینالی، کریم (۱۴۰۳۰۰). آموزش شیمی دبیرستان از تئوری تا عملی. پژوهش در آموزش شیمی، ۶(۱)، ۳-۱.

بهرامی‌مداح، امیر محمد؛ عظمت، جعفر؛ سرکان، زهره (۱۴۰۲). اهمیت آموزش شیمی از طریق کارهای عملی و نقش آن در فهم دانش‌آموزان. پژوهش در آموزش شیمی، ۴(۲)، ۳۵۴-۳۳۶.

رمضانیان، طاهره؛ گلستانه، مهشید؛ موسوی، سیدمحسن (۱۴۰۱). آموزش شیمی مبتنی بر آزمایش. پژوهش در آموزش شیمی، ۴ (۴)، ۵۰-۳۱.

عظمت، جعفر (۱۴۰۲). نقش پژوهش و نوآوری در پیشرفت آموزش شیمی. پژوهش در آموزش شیمی، ۵ (۳)، ۲-۱.

علیزاده، فاطمه؛ علیزاده، طوبی (۱۴۰۲). یادگیری مبتنی بر آزمایش در درس شیمی. پژوهش در آموزش شیمی، ۵ (۳)، ۱۰۶-۹۸.

Abedi-Firoozjah, R., Yousefi, S. (2022). Application of red cabbage anthocyanins as pH-sensitive pigments in smart food packaging and sensors. *Polymers*, 14(8), 1629.

Behnood, A., Van Tittelboom, K., De Belie, N. (2016). Methods for measuring pH in concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 105, 176-88.

Khan, P. M., Farooqui, M. (2011). Analytical applications of plant extract as natural pH Indicator: a review. Journal of Advanced Scientific Research, 2(04), 20-7.

Syahirah N. F et al. (2018). A Comparative analysis of Clitoria ternatea Linn flower extract as natural liquid pH indicator and natural pH paper. *Dhaka University Journal of Pharmaceutical Sciences*, 17(1), 97-103.

Vo, T.V., Dang, T. H., Chen, B.H. (2019). Synthesis of intelligent pH indicative films from chitosan/poly (vinyl alcohol)/anthocyanin extracted from red cabbage. *Polymers*, 11(7), 1088.

Welch, C.R., Wu Q., Simon, J.E. (2008). Recent advances in anthocyanin analysis and characterization. *Current Analytical Chemistry*, 4(2), 75-101.

William Charles Evans. (2009). Trease and Evans Pharmacology (16th edition). Saunders.