



اشاره

در این مقاله، «نمک» به عنوان یک موضوع میان رشته‌ای در نظر گرفته شده است تا کج فهمی های مربوط به آن در رشته های شیمی، فیزیک و زیست شناسی مورد بحث قرار گیرد.

کلیدواژه ها:

نمک، کج فهمی، آموزش شیمی، کتاب درسی شیمی، آموزش نمک ها

مقدمه

با پژوهش در زمینه آموزش علوم، می توان چگونگی درک مفاهیم علمی و کج فهمی های احتمالی در فهم آن ها را مورد بررسی قرار داد. تشخیص کج فهمی ها برای انتخاب روش های تدریس درست و آماده کردن برنامه آموزشی مناسب اهمیت فراوان دارد. کج فهمی ها زمانی ایجاد می شوند که میان مطالب علمی تفاوت هایی با دیدگاه های قبلی و دانسته های غیر علمی دانش آموزان به وجود آید ولی به چالش کشیده نشود. به عنوان یک نمونه، موضوع نمک ها و کج فهمی های مربوط به آن را مورد توجه قرار می دهیم. با اینکه در برنامه و کتاب های درسی شیمی دوره متوسطه، بخشی با این عنوان دیده نمی شود اما هنگام تدریس فلز، نافلز و شبه فلز، و در واکنش های شیمیایی از نمک ها صحبت به میان

ترجمه:

سیده مهدی خاتمی
دانشجوی کارشناسی ارشد
شیمی دانشگاه تربیت
دبیر شهید رجایی

می آید. با این حال در بحث اسید- باز است که اطلاعات به طور دقیق درباره نمک ها مطرح می شود. بنابراین دانش آموزان در یکپارچه کردن و برقراری ارتباط بین این مطالب درباره نمک ها با مشکل روبه رو می شوند.

هدف

هنگام تدریس باید از محرک‌هایی استفاده شود که به دانش‌آموزان در به‌کار گرفتن طرح‌های مناسب ذهنی‌شان کمک می‌کنند. اگر دانش‌آموز نتواند از چنین طرح‌هایی استفاده کند باید احتیاط‌های لازم برای تشخیص مفهوم و غلبه بر کج‌فهمی‌ها انجام گیرد. در این پژوهش، چگونگی بیان مستقیم یا غیرمستقیم مطالب دربارهٔ نمک در کتاب‌های درسی شیمی مورد بررسی قرار گرفته و کج‌فهمی‌هایی که در خلال تدریس این موضوع برای دانش‌آموزان به‌وجود می‌آید تعیین شده است. برای این منظور، از دانش‌آموزان پرسش‌هایی دربارهٔ نمک‌ها پرسیده شد تا معنایی که آن‌ها از نمک در ذهن دارند مشخص شود.

ابزار

در این بخش، مسیر پیش‌بینی شده برای مشخص کردن پرسش‌ها و تعیین کج‌فهمی‌ها دربارهٔ نمک، شرح داده می‌شود. به این منظور، نخست چگونگی ارائهٔ مطالب در این زمینه، در کتاب‌های گوناگون مورد بررسی قرار می‌گیرد.

- در کتاب اسکوک، وست، هالر (۱۹۹۶) چنین آمده است: نمک در نتیجهٔ واکنش یک اسید با یک باز تشکیل می‌شود. نمونه‌هایی از نمک‌ها به این قرارند:

NaCl , CH_3COONa , H_2PO_4^- / HPO_4^{2-} و $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ نیز نمونه‌هایی از اسیدها و بازهای مزدوج‌اند.

- کتاب پتروسی (۲۰۰۲) از ارائه تعریف نمک در بخش اسید و باز خودداری کرده است اما به‌عنوان نمونه، از اسید و بازهایی استفاده می‌کند که در کتاب‌های قدیمی آمده‌اند.



- در کتاب «شیمی، مولکول‌ها، ماده

و تغییرات» نوشتهٔ اتکینز و جونز (۱۹۸۹)، بخشی با عنوان «محلول‌های نمک» وجود دارد که در آن نمک به‌طور مستقیم تعریف نمی‌شود اما در بخشی با عنوان یون‌های اسیدی چنین آمده است: «نمک اسیدهای مزدوج با بازهای ضعیف، محلول‌های اسیدی تشکیل می‌دهند. نمک‌های شامل کاتیون‌های کوچک و چگالی بار زیاد نیز محلول اسیدی تولید می‌کنند.» در بخش یون‌های بازی نیز چنین می‌بینیم: «نمک‌هایی که از باز مزدوج یک اسید ضعیف تولید می‌شوند محلول‌های بازی تشکیل می‌دهند» و «pH در محلول‌های آبی مربوط به کاتیون‌های اسیدی، کمتر از ۷ است در حالی که برای آنیون‌های بازی به بیشتر از ۷ می‌رسد.»

به این نمونه‌ها توجه کنید:

ویژگی	نمونه
اسیدی؛ اسیدهای مزدوج با بازهای ضعیف	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$, $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, NH_4^+ , CH_3NH_3^+
اسیدی؛ کاتیون با اندازهٔ کوچک و چگالی بار زیاد	Fe^{2+} , Al^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} (همه در آب)

در جدول ۲ ویژگی‌های اسیدی و بازی چند اسید و باز رایج آمده است.

در مجموع، این نکته‌ها بیان می‌شود:

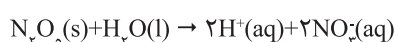
✓ کاتیون‌های گروه ۱ و ۲ اصلی جدول و کاتیون‌های تک‌بار، اسیدهای بسیار ضعیفی هستند پس در محلول آبی به‌عنوان اسید عمل نمی‌کنند.

✓ این کاتیون‌ها به قدری بزرگ‌اند که نمی‌توانند فضای آبی اطراف خود را قطبی کنند.

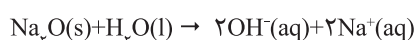
✓ مولکول‌های آب بار کوچکی دارند و نمی‌توانند به آسانی پروتون آزاد کنند.

ویژگی	نمونه
اسیدی	HSO_4^- , H_2PO_4^-
خنثی؛ بازهای مزدوج با اسیدهای قوی هستند	Cl^- و Br^- و I^- و NO_3^- و ClO_4^-
بازی؛ بازهای مزدوج با اسیدهای ضعیف هستند	CN^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , NO_2^- , F^- , OH^- , O^{2-} , HS^- , S^{2-} , CH_3COO^- , F^- , O^{2-} , OH^- , S^{2-} , HS^- , CN^- , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , NO_2^-

- در کتاب مورتیمر (۱۹۸۶) چنین آمده است: «نمک، ترکیبی است که از ترکیب یک اسید با یک باز تشکیل می‌شود.» نمک از نظر آرنیوس در همین کتاب چنین تعریف می‌شود: اکسیدهای بسیاری از نافلزها با آب واکنش می‌دهند تا اسید تولید کنند که به آن‌ها اکسید اسیدی گفته می‌شود:



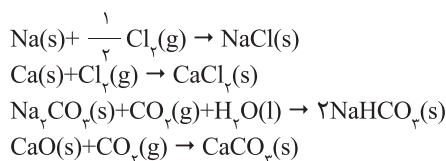
بسیاری از اکسیدهای فلزی در آب حل می‌شوند و هیدروکسید تولید می‌کنند. این ترکیب‌ها را اکسیدهای بازی می‌نامند:



در برخی کتاب‌های شیمی سطح دبیرستان، با مفهوم نمک‌ها در بخش «واکنش‌های شیمیایی» روبه‌رو می‌شویم. در این زمینه چنین می‌بینیم:

آ. واکنش‌های سوختن در این بخش، تعریف واکنش احتراق یا سوختن آمده است اما هیچ مطلبی درباره احتمال تشکیل نمک در جریان این واکنش دیده نمی‌شود.

ب. واکنش‌های ترکیب تعریف ارائه شده به این قرار است «اجرای هدفمند واکنش‌های شیمیایی به گونه‌ای است که یک یا چند فرآورده حاصل شود.»



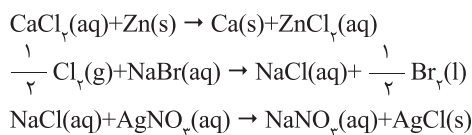
پ. واکنش‌های تجزیه که در تعریف آن چنین آمده است: «واکنشی است که یک ترکیب در آن، به ذره‌های ساده‌تر از خود تبدیل شود.»



می‌بینیم که هیچ اشاره‌ای به تشکیل نمک نشده است.

ت. واکنش‌های جانشینی تعریف ارائه شده در این مورد چنین است: «واکنشی که در آن، جابه‌جایی یک اتم از یک ترکیب با اتمی دیگر روی می‌دهد.»

دانش‌آموزان در یکپارچه کردن و برقراری ارتباط بین این مطالب درباره نمک‌ها با مشکل روبه‌رو می‌شوند

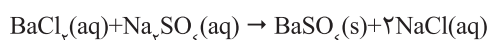


در اینجا هم هیچ اشاره‌ای به تشکیل نمک نمی‌شود.

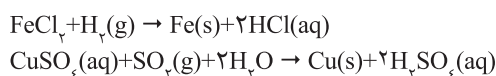
ث. واکنش‌های نه‌نشینی (رسوبی) که چنین تعریف می‌شوند: «نه‌نشینی عبارت از تشکیل یک جامد در نتیجه یک واکنش شیمیایی در یک محلول است. ماده جامد رسوب نامیده می‌شود و مایع موجود در بالای آن را محلول روی می‌خوانند.»



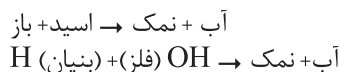
و جمله‌ای مبنی بر شکل‌گیری نمک وجود ندارد.



ج. واکنش‌های اکسایش - کاهش این واکنش با چنین نمونه‌هایی تعریف شده است:



ج. واکنش‌های خنثی‌سازی در شیمی، خنثی‌سازی عبارت از یک واکنش شیمیایی است که در آن یک اسید با یک باز واکنش می‌دهد و نمک و آب تولید می‌کند. (برای نخستین بار یک تعریف شامل مفهوم نمک وجود دارد.)



بنابراین مفهوم نمک در کتاب‌های درسی دوره دبیرستان، تنها در تعریف واکنش‌های خنثی شدن مشاهده می‌شود. بنا به نمونه‌های اشاره شده، واکنش‌های دیگری هم هستند که می‌توانند به تولید نمک بینجامند. همین موضوع می‌تواند موجب این کج‌فهمی در دانش‌آموزان شود که در میان همه واکنش‌های شیمیایی، تنها واکنش میان اسید و باز مفهوم نمک را شامل می‌شود. در پی مشکلات مفهومی، پیشنهاد شد از آزمون‌های شامل پرسش‌های باز (واگرا) برای رفع کج‌فهمی‌ها کمک گرفته شود. دلیل انتخاب این نوع پرسش‌ها نیز کنترل فرایندهای روحی دانش‌آموزان هنگام پاسخ به این پرسش‌ها عنوان شد. پرسش‌های آزمون یاد شده به این قرار بود:

۱. نمک چیست؟

۲. در میان مواد داده شده، در جدول ۱، نمک‌ها را مشخص کنید.

NaCl	NH ₃	NaH ₂ PO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃	FeCl ₃	NH ₄ Cl	Na ₃ AsO ₄	CH ₃ COONa
TiOH	Ba(NO ₃) ₂	CrCl ₃	H ₂ CO ₃	NaHC ₂ O ₄	ZnCl ₂	C ₄ H ₉ NH ₂	

جدول ۱

۳. موادی که به‌عنوان نمک مشخص کرده‌اید از چه واکنشی نتیجه می‌شوند؟

۴. درباره پیوندهای موجود در موادی که انتخاب کرده‌اید چه می‌توانید بگویید؟

پاسخ‌ها

- ۶۳ دانش‌آموز به پرسش نخست، چنین پاسخ دادند: «نمک، فراورده واکنش اسید با باز است.»
- پاسخ ۱۸ دانش‌آموز چنین بود: «نمک ماده‌ای است که در نتیجه برکافت در آب می‌تواند به یون‌های سازنده‌اش تجزیه شود. آنیون و کاتیون‌های ایجاد شده به وسیله اسیدها و بازها تشکیل شده‌اند.»
- ۱۲ دانش‌آموز بر این باور بودند: «آنیون و کاتیون موجود در نمک‌ها می‌توانند متعلق به هر اسید و بازی باشند. اسید و باز

می‌توانند قوی یا ضعیف باشند یا اینکه یکی از آن دو، ضعیف و دیگری قوی باشد. اگر یکی از نمک‌ها از یک نمونه اسید یا باز ضعیف نتیجه شده باشد، یون‌های آن در جریان آبکافت جدا می‌شوند و می‌توان pH یا pOH آن را تعیین کرد.»

- این هم پاسخ ۱۹ دانش‌آموز دیگر بود: «من نمی‌فهمم نمک فلزی یعنی چه!»

- ۹ دانش‌آموز هیچ پاسخی به این پرسش ندادند.

کج‌فهمی موجود ناشی از تعریف معمولی نمک در کتاب‌های درسی بدون طبقه‌بندی و مراجعه به دانسته‌های گذشته است یعنی هنگامی که درباره نمک‌ها در بخش اسید و باز صحبت می‌شود. چنانچه از نمک‌ها نمونه‌های گوناگون برای دانش‌آموزان آورده شود و بر این واقعیت تأکید شود که تشکیل نمک می‌تواند از واکنش‌های دیگری به‌جز خنثی شدن اسید-باز هم نتیجه شود، این موضوع با طرح‌های ذهنی دانش‌آموزان ارتباط برقرار می‌کند و هم اینکه منجر به نگاهی چند بعدی به موضوع می‌شود.

	NaCl	NH ₄ Cl	NaH ₂ PO ₄	Al ₂ (SO ₄) ₃	FeCl ₃	NH ₄ Cl	Na ₃ AsO ₄	CH ₃ COONa
فراوانی	۱۲۱	-	۲۷	۱۰۵	۶۳	۱۱۷	۷۸	۱۲۱
	TiOH	Ba(NO ₃) ₂	CrCl ₃	H ₂ CO ₃	NaHC ₂ O ₄	ZnCl ₂	C ₆ H ₅ NH ₂	
فراوانی	۵	۱۰۴	۷۲	-	۹۵	۷۳	۷۶	

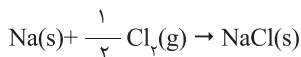
جدول ۲ فراوانی پاسخ‌های پرسش ۲

پاسخ‌ها به پرسش ۲

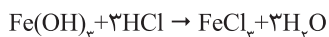
جدول ۲، فراوانی پاسخ‌ها به پرسش ۲ را نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود همه دانش‌آموزان می‌دانند که NaCl و CH₃COONa نمک هستند و در ضمن آمونیاک و کربنیک اسید را نمک نمی‌دانند. این، ناشی از تکرار شدن موقعیت واقعی ترکیب‌های یاد شده در کتاب‌های درسی است در حالی که انتخاب TiOH در این مجموعه، متداول نیست. این نمونه، به هدف ایجاد تفکر انتقادی و دور کردن دانش‌آموزان از تعمیم دانسته‌هایشان آورده شده است که می‌تواند هم در دانش‌آموزانی که به‌جای یادگیری معنی‌دار به‌خاطر سپردن را ترجیح می‌دهند، موجب کج‌فهمی شود و هم در آن‌ها که هیچ اطلاعی درباره مواد یاد شده ندارند و به‌طور شانس‌پاسخ می‌دهند. دانش‌آموزان هیچ مشکلی در تشخیص نمک‌هایی که می‌توانند فراورده واکنش یک اسید و باز لوری-برونستد باشند ندارند. اما اگر نمک از راه‌های دیگری هم قابل تهیه باشد، یا آن نمک را نمی‌شناسند یا، به‌دلیل دشوار بودن نوشتن آن، از آن چشم‌پوشی می‌کنند. اگر تنوع مواد آورده شده در نمونه‌ها یا در جریان تدریس محدود باشد این مشکل به‌وجود می‌آید.

پاسخ‌ها به پرسش ۳

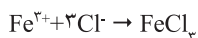
۹۸ درصد از دانش‌آموزان برای تهیه NaCl، به واکنش خنثی شدن HCl با NaOH اشاره کرده بودند و تنها ۲ درصد این واکنش را پیشنهاد کردند:



در مورد نمک‌های دیگر نیز مشاهده شد درصد بیشتری از دانش‌آموزان به واکنش اسید-باز اشاره می‌کنند و درصد کمی هستند که یون‌های سازنده نمک‌ها را در یک واکنش شرکت می‌دهند. برای نمونه، ۷۴ درصد از دانش‌آموزانی که FeCl₃ را به‌عنوان نمک معرفی کردند، این واکنش را برای تولید آن در نظر گرفتند:



و ۱۱ درصد نیز این واکنش را پیشنهاد کردند:

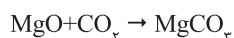
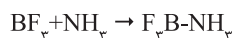


پاسخ‌ها به پرسش ۴

پاسخ‌ها به این شرح بود: ۵۹ نفر، پیوند یونی؛ ۱۷ نفر پیوند کووالانسی؛ ۳۵ نفر هر دو پیوند یونی و کووالانسی و ۱۰ نفر پیوند فلزی را به عنوان پیوند در نمک‌ها معرفی کردند.

این پاسخ‌ها نشان داد که در درک مفهوم نمک‌ها، دانش‌آموزان کج‌فهمی‌هایی اساسی به این شرح دارند:

- دانش‌آموزان تنها از عبارت «نمک ماده‌ای است که از واکنش اسید با باز تشکیل می‌شود» استفاده می‌کنند. این تعریف درست است اما کامل نیست. این کج‌فهمی در نتیجه تعریف موجود در کتاب درسی ایجاد شده بود که نشان می‌داد مطالب درسی، برای روبه‌رو شدن با این کج‌فهمی سازماندهی نشده است.
 - دانش‌آموزان نمک‌ها را موادی حاصل از اسید و باز برونستد-لوری می‌شناسند، در حالی که باید بدانند بسیاری مواد با خاصیت اسیدی و بازی وجود دارند که اسید و باز برونستد-لوری نیستند اما می‌توانند نمک تشکیل دهند.
- برای نمونه:



توصیه‌های آموزشی

- نمک‌ها را به این ترتیب، به‌طور کامل تعریف کنید:
- نمک‌ها از نظر بار الکتریکی، موادی خنثی‌اند، از آنیون و کاتیون تشکیل شده‌اند، H^+ و OH^- در نمک‌ها جایی ندارند، پیوند بین

یون‌ها در هر نمک، یونی است.

- نمک‌ها در دو گروه طبقه‌بندی می‌شوند:

- نمک‌های معدنی شامل کاتیون فلزی و آنیونی از یک نافلز یا اکسید نافلز

- نمک‌های آلی که آنیونی بر پایهٔ اسیدهای آلی دارند مانند:

CH_3COO^- یا HC_2O_4^- .

- انواع واکنش‌هایی که به تولید نمک می‌انجامند به این ترتیب مشخص شوند:

هنگام تدریس باید از محرک‌هایی استفاده شود که به دانش‌آموزان در به‌کار گرفتن طرح‌های مناسب ذهنی‌شان کمک می‌کنند

آب + نمک → اسید + باز

نمک → نافلز + فلز

گاز هیدروژن + نمک → اسید + فلز

آب + نمک → اسید + اکسید فلز

آب + نمک → باز + اکسید نافلز

آ. واکنش خنثی شدن

ب. واکنش تشکیل نمک از عنصرهای موجود در آن

پ. واکنش فلز با اسید

ت. واکنش اکسید فلز با اسید

ث. واکنش اکسید نافلز با باز

ج. واکنش دو نمک با یکدیگر

چ. واکنش تجزیه یک نمک

فلز جدید + نمک → محلول نمک + فلز

نافلز جدید + نمک → محلول نمک + نافلز

ح. واکنش جانشینی

* مرجع

Secken, N. *Procedia Social and Behavioral Science*, 2010, 2, 234.