بررسی تصورات و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی درباره پدیده‌های تبخیر و میعان

دکتر عابد بدریان*

چکیده

هدف از مطالعه حاضر، بررسی تصورات و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی درباره پدیده‌های تبخیر و میعان است؛ مفاهیمی که هم در برنامه درسی مدارس و هم در زندگی روزانه اهمیت فراوان دارند. ۱۳۲ نفر از دانش‌آموزان دختر پایه سوم ابتدایی در سال تحصیلی ۹۴-۱۳۹۳ به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای مرحله‌ای از چهار آموزشگاه از چهار مرکز استان انتخاب و در این مطالعه شرکت داده شدند. برای گردآوری اطلاعات، از یک آزمون تشخیصی حاوی ده سؤال باز-پاسخ بهره‌گیری شد و پاسخهای دانش‌آموزان در قالب توضیحات داده شده و همچنین شرکت در مصاحبه نیمه ساختاریافته مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. برای ارزیابی میزان درک دانش‌آموزان، از روش ارزیابی مفهومی استفاده شد. بررسی پاسخهای داده شده به سؤالهای پرسشنامه نشان داد که دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی کج‌فهمی‌های بسیار در زمینه پدیده‌های تبخیر، میعان و تاثیر گرما بر آنها دارند و نمی‌توانند در بسیاری از موارد شبیه‌سازی شده، آموخته‌های خود درباره تبخیر و میعان را به‌خوبی به کاربندند. همچنین آموخته‌های آنان در پایه‌های پایین‌تر نتوانسته است مانع بروز این کج‌فهمی‌ها شود و علی‌رغم درک مفهومی تبخیر و میعان از طرف برخی از آنها، همچنان نیاز است که در آموزش مفاهیم مرتبط با چرخه آب و تغییر حالت مواد از مایع به گاز و به‌عکس، توجه و دقت بسیار به عمل آید. بر پایه این یافته‌ها ضرورت دارد تا در بازبینی برنامه‌های درسی و مواد آموزشی علوم تجربی دوره ابتدایی، در سازماندهی مفاهیم مرتبط با تبخیر، میعان و مدل‌سازی آنها در کتابهای درسی توجه ویژه مبذول شود.

کلید واژگان: تصورات، کج‌فهمی، تبخیر، میعان، دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۱۳

* استادیار، عضو هیات علمی سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، پژوهشگاه مطالعات آموزش و پرورش ab.badrian@gmail.com

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

مقدمه

دانش‌آموزان قبل از ورود به کلاس درس، فرصتهای بسیار در اختیار دارند تا دربارهٔ دنیای پیرامون خود و انواع پدیده‌های علمی، تصورات و الگوهای ذهنی گوناگون بسازند. دانش‌آموزان دربارهٔ برخی مفاهیم و پدیده‌های علمی، تصوراتی دارند که به‌خلاف نظریه‌های علمی پذیرفته شده هستند(آلن[1]، ۲۰۱۰). پژوهشگران در توصیف این تصورات اشتباه علمی از واژه‌های گوناگونی مانند کج‌اندیشی[2]، کج‌فهمی[3]، تصورات خام[4]، درک متعارف[5]، تصورات بدیل[6]، یا پیش تصورات[7] استفاده می‌کنند.

بسیاری از تصورات ذهنی دانش‌آموزان، نتیجه تجربه‌های روزانه، مشاهده پدیده‌های علمی و کاربرد علم و فناوری در زندگی انسانهاست و زمانی که در کلاس درس درباره آنها صحبت می‌شود، به مثابه پیش‌تصور یا یادگیری پیشین، نمایان می‌شوند و بر فرآیند یاددهی- یادگیری تاثیر می‌گذارند. تصورات بدیل و غیرعلمی دانش‌آموزان از عوامل مهمی هستند که مانع یادگیری معنادار و اثربخش می‌شوند و بر تداوم یادگیری در پایه‌های بالاتر نیز تاثیر منفی می‌گذارند (گونن[8] و کوجاکایا،[9] ۲۰۱۰).

عوامل بسیاری را می‌توان منشأ کج‌فهمی‌های کودکان معرفی کرد. تجربه‌های گذشته کودک، مشترک بودن برخی از لغات در زبان علمی و غیرعلمی، عدم توجه به واژه‌های علمی به کار برده شده در کلاس درس، متن و تصاویر کتابهای درسی، روش تدریس معلم و غیره، همگی در شکل‌گیری کج‌فهمی‌های کودکان نقش دارند.

بررسیها نشان داده اند که دانش‌آموزان دوره ابتدایی کج‌فهمی‌های گوناگون درباره مفاهیم علمی دارند(آلن، ۲۰۱۰). در میان انبوه مفاهیم علمی، پدیده تغییر حالت ماده در پدیده‌های تبخیر و میعان از مفاهیم مرتبط با زندگی روزانه هستند که پایه و اساس علوم فیزیکی را تشکیل می‌دهند و در اغلب برنامه‌های درسی، یادگیری آنها از همان پایه‌های اولیهٔ دوره ابتدایی پیشنهاد شده است. در کتاب درسی علوم تجربی پایه سوم ابتدایی آمده است: «آب حالت مایع دارد. هنگامی که به اندازه

1. Allen
2. Misconception
3. Misunderstanding
4. Naive conceptions
5. Common sense understanding
6. Alternative conceptions
7. Preconceptions
8. Gönen
9. Kocakaya

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

کافی گرما دریافت کند، بخار شده و به حالت گاز تبدیل می‌شود. تبدیل یک ماده از حالت مایع به حالت گاز را تبخیر می‌گویند» (شورای نویسندگان، ۱۳۹۴). چنین تعریفی را برای جوشیدن نیز می‌توان ارائه کرد. با این تفاوت که وقتی به مایع گرما می‌دهیم، میزان حرکت و جنبش مولکولهای آن زیاد می‌شود. اگر مولکولها به اندازه کافی گرما جذب کنند، مقدار جنبش آنها به اندازه‌ای می‌شود که نیروی ربایش میان مولکولها دیگر نمی‌تواند آنها را در کنار هم نگه‌دارد. در نتیجه مولکولهای مایع، از هم دور می‌شوند. در این حالت مایع به بخار تبدیل می‌شود. به دمایی که در آن، تمام مایع به بخار تبدیل می‌شود «نقطه جوش» می‌گویند. پس در هنگام جوشیدن، مولکولهای مایع، دیگر فقط از سطح مایع تبخیر نمی‌شوند، بلکه در وسط مایع و در کف ظرف مایع نیز حبابهایی از بخار پدید می‌آیند که به سمت بالا حرکت می‌کنند و پراکنده می‌شوند. بنابراین برای دانش‌آموزان پدیده جوشیدن بسیار ملموس‌تر از پدیده تبخیر است، زیرا می‌توانند بخارهای خارج شده را مشاهده کنند؛ اما در پدیده تبخیر بخارها قابل مشاهده نیستند و بو یا رنگی هم ندارند.

چرخه طبیعی آب، حرکت مداوم آب میان زمین و اقیانوسها، دریاها، رودخانه‌ها و جوّ است. آب به طور دائم تبدیل به بخار شده بالا می‌رود، سپس سرد و متراکم شده و به شکل برف و باران پایین می‌ریزد. این چرخه برای وجود حیات بر روی زمین میلیونها سال است که تکرار می‌شود و منابع آب شیرین در جهان طی فرآیند طبیعی تبخیر و میعان مدام تمیز و برای انسان قابل استفاده می‌شود. درک چرخه آب در برنامه درسی علوم تجربی دوره ابتدایی به اندازه‌ای اهمیت دارد که در فصل ششم کتاب علوم تجربی اول دبستان(شورای نویسندگان، ۱۳۹۳) با عنوان «زمین خانه پر آب ما» به پدیده تبخیر آب بر اثر گرمای نور خورشید و سپس سرد و متراکم شدن بخار آب (میعان) در قالب چرخه آب اشاره شده است. در کتاب علوم تجربی سوم ابتدایی(شورای نویسندگان، ۱۳۹۴) در فصل سوم ضمن تعریف پدیده تبخیر، مثالهایی نیز برای این پدیده آورده شده است. سپس در فصل پنجم با عنوان «آب ماده با ارزش» ضمن طرح دوباره چرخه آب در طبیعت، پدیده میعان و چگونگی تشکیل ابرها آورده شده است.

بررسیها(بدریان، ۱۳۹۳) نشان داده است که کودکان در ساخت نظریه‌های اولیه خود درباره مواد مایع و گازی شکل بیشتر بر تجربه‌های حسی مانند حس بینایی تکیه دارند. بنابراین پیش از آنکه آموزش رسمی ببینند، تجربه‌هایی را در زمینه تبخیر و میعان دارند و بررسی تصورات کودکان نشان داده است که به علت مشهود نبودن فرآیند بخار شدن آب در پدیده تبخیر، و تبدیل بخارهای

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

نامرئی به قطرات آب در پدیده میعان، تصوراتی گوناگون از سوی آنها مطرح می‌شود که فاقد پشتوانه علمی است.

در چند دهه گذشته، تحقیقات چشمگیری در زمینه بررسی تصورات و کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان در زمینه پدیده‌های تبخیر و میعان انجام شده است (استاموﻻسیس[۱]، سیتسیپیس[۲] و پاپاجورجیو[۳]، ۲۰۱۲؛ سیتسیپیس، استاموﻻسیس و پاپاجورجیو، ۲۰۱۰؛ جانپولات[۴]، ۲۰۰۶؛ تیتلر[۵] و پیترسون[۶]، ۲۰۰۰؛ تیتلر، ۲۰۰۰؛ بار[۷] و جلیلی[۸]، ۱۹۹۴؛ راسل[۹]، هارلن[۱۰] و وات[۱۱]، ۱۹۸۹؛ آزبورن[۱۲] و کاسگرو[۱۳]، ۱۹۸۳). در این پژوهشها، پدیده تبخیر تاحد زیادی به سبب تصویرپردازی چرخه آب در کتابهای درسی علوم دوره ابتدایی مورد مطالعه قرار گرفته است و سایر پدیده‌ها مانند بارش باران، جریان آب در سطح زمین، آبهای دریاها و رودها، آبهای زیر زمینی، تابش خورشید، شکل‌گیری ابرها و ...را تا حدی در بر می‌گیرد. تحلیل بار و جلیلی(۱۹۹۴)، مثالی مناسب از مسیر مفهومی درک کودکان از پدیده تبخیر را نشان می‌دهد. از نظر آنان چهار نوع تجزیه و تحلیل از درک کودکان درباره پدیده تبخیر قابل تشخیص است که عبارت‌اند از: آب ناپدید می‌شود؛ آب در سطوح جذب می‌شود؛ آب به بالا انتقال می‌یابد و آب در هوا پخش می‌شود.

راسل و همکارانش(۱۹۸۹) گزارش کردند که بیشتر کودکان ۹ ساله، پدیده تبخیر و بخار شدن آب را قبول دارند؛ اما تمرکز بیشتر آنها بر آب باقی مانده است. اغلب آنها معتقدند که اگر مقداری آب در ظرف درباز قرار داده شود، پس از چند روز مقداری از آن بخار می‌شود و بنابراین مقدار آب کاهش پیدا می‌کند. اما یک عامل خارجی مانند خورشید یا یک نفر دیگر را مسؤول آن می‌دانند. همچنین برخی از کودکان ممکن است فکر کنند وقتی که آب جلو چشم آنها می‌جوشد و کم می‌شود، بدنه کتری آن را جذب می‌کند(تیتلر، ۱۹۹۸)، یا اینکه هنگامی که مقداری از آب

1. Stamovlasis
2. Tsitsipis
3. Papageorgiou
4. Canpolat
5. Tytler
6. Peterson
7. Bar
8. Galili
9. Russell
10. Harlen
11. Watt
12. Osborne
13. Cosgrove

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

بشقاب بر اثر تبخیر کم می‌شود، ممکن است فکر کنند که کمی از آب جذب بشقاب شده است (استاوی[1]، ۱۹۹۰).

در مطالعات راسل و همکارانش(۱۹۸۹)، کودکان بزرگتر از همان توضیحات کودکان کوچکتر استفاده می‌کنند، اما در اینجا نسبتها با حالت پیشین تفاوت دارند. برای مثال، در حدود ۵۷ درصد دانش‌آموزان ۱۱-۹ ساله معتقد بودند که یک عامل خارجی آب را برداشته است. این تصورات نشان می‌دهد که تفکر دربارهٔ تبخیر به طور غیر مستقیم به درک قانون پایستگی ماده ارتباط دارد. در پیشنهاد اینکه یک عامل خارجی آب را برداشته است، به نظر می‌رسد که دانش‌آموزان معتقد به قانون پایستگی ماده هستند؛ اما توضیح نادرستی در مورد ناپدید شدن آب می‌دهند. آنها از استدلال حسی- محور استفاده می‌کنند و از توضیحی بهره می‌گیرند که تغییر قابل رویت را توجیه کند.

آزبورن و کاسگرو(۱۹۸۳) تصورات کودکان در مورد میعان را نیز گزارش کردند. آنها یک بشقاب را در مسیر بخارهایی قرار دادند که از کتری در حال جوشیدن خارج می‌شد و درباره تغییرات روی داده در سطح بشقاب پرسیدند. بسیاری از کودکان ۱۳-۱۰ ساله گفتند که بشقاب مرطوب شده است. برخی(۱۵ درصد) نیز گفتند که بخار ضمن برخورد با بشقاب، به آب تبدیل شده و به حالت اولیه برگشته است. در این مطالعه فقط حدود یک چهارم دانش‌آموزان ۱۷-۱۳ ساله که مورد مصاحبه قرار گرفته بودند، پاسخ درست دادند.

در آزمایشی دیگر یک ظرف شیشه‌ای خشک را از آب و یخ پر کردند و از کودکان درباره منشأ قطرات آبی که در سطح خارجی ظرف جمع شده بود، پرسیدند. سپس چهار دسته از توضیحهای غالب کودکان را به شرح زیر تنظیم کردند:

۱. آب از جدار شیشه به بیرون درز کرده است (۱۵- ۸ سال)؛
۲. سردی یخ داخل ظرف از جدار شیشه گذشته و بیرون ظرف را نیز سرد کرده است (۱۷- ۱۲ سال)؛
۳. گازهای هیدروژن و اکسیژن موجود در هوا در سطح ظرف با هم واکنش داده و آب ایجاد کرده‌اند(۱۷-۱۲ سال)؛
۴. آب موجود در هوا جذب سطح خارجی ظرف شده است(۱۴-۱۷ سال).

نسبت کودکان ۱۶ و ۱۷ ساله‌ای که فکر می‌کردند سردی یخ داخل ظرف از جدار شیشه گذشته و بیرون ظرف را نیز سرد کرده است، خیلی کم بود؛ گرچه حدود ۳۰ درصد از این گروه سنی بیان

1. Stavy

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

نموده‌اند که گازهای هیدروژن و اکسیژن موجود در هوا در سطح ظرف با هم واکنش داده و آب ایجاد کرده‌اند.

آنچه از این تحقیقات و سایر بررسیها حاصل می‌شود این است که با اینکه کودکان درباره پدیده‌های تبخیر و میعان آموزش می‌بینند، اما در موقعیتهای جدید قادر به کاربرد مفاهیم آموخته شده نیستند و عقاید غیر علمی بسیاری را به کار می‌گیرند.

از آنجایی که در برنامه‌های درسی علوم تجربی دوره‌های مختلف تحصیلی، آموزش مفهوم تبخیر و میعان از پایه اول ابتدایی تا سطوح بالاتر دوره متوسطه در قالب مباحث پیشرفته‌ای چون ترمودینامیک و ترموشیمی آموزش داده می‌شود، کشف کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان و سپس تلاش برای اصلاح آنها از اهمیت بسیار زیاد برخوردار است. بررسیهای انجام گرفته در دوره ابتدایی (ناصری‌آذر و بدریان ۱۳۹۱) نشان می‌دهند که دانش‌آموزان دوره ابتدایی درک مفهومی درستی از مفهوم تبخیر و میعان و تفاوت میان آن دو واژه علمی ندارند. در دوره راهنمایی نیز پژوهش احمدی(۱۳۹۱) نشان می‌دهد که دانش‌آموزان این دوره نتوانسته‌اند از مفهوم تبخیر و میعان در موقعیتهای یادگیری جدید به درستی استفاده نمایند. همچنین دانش‌آموزان دوره متوسطه نیز کج‌فهمی‌هایی در به‌کارگیری مفهومی تبخیر، میعان و همچنین گرمای نهان تبخیر در بخش ترموشیمی(بدریان، ۱۳۸۸) و بخشهای متفاوت ترمودینامیک(گرمای نهان تبخیر، گرمای ویژه و آنتالپی) دارند(صدرالاشرافی، ۱۳۹۰).

مطالعه حاضر قصد دارد تا به بررسی کج‌فهمی‌های دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی در زمینهٔ پدیده‌های تبخیر و میعان بپردازد و سپس، روشها و راهبردهایی را برای اصلاح آنها ارائه دهد.

روش شناسی پژوهش

زمینه مطالعه

در بیشتر محتواهای آموزشی در نظر گرفته شده برای علوم تجربی دوره دبستان، سه حوزه مهم و کلیدی، یعنی علوم فیزیکی(شامل فیزیک و شیمی)، علوم زیستی و علوم زمین و فضا به دانش‌آموزان آموزش داده می‌شود (کروس[1] و بودن[2]، ۲۰۰۹). در برنامه درسی علوم تجربی دوره ابتدایی، بخشی از علوم فیزیکی به آموزش مفهوم گرما و دما پرداخته است. یکی از اثرات گرما بر مواد، تغییر حالت است که اغلب به صورت تغییر فاز از جامد به مایع، از مایع به گازی شکل و به عکس نمایان می‌شود. دانش‌آموزان پایه اول ابتدایی یاد می‌گیرند که آب به حالتهای گوناگون در

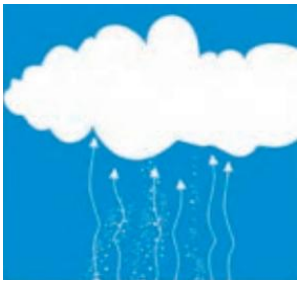
1. Cross
2. Bowden

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

طبیعت وجود دارد. آب موجود در رودخانه‌ها و دریاها، ابرها، برف بالای کوهها و یخها همگی حالتهای گوناگون آب هستند. همچنین با چرخه آب در طبیعت آشنا می‌شوند و درک می‌کنند که گرما عامل اصلی پیدایش حالتهای گوناگون آب است. در شکلهای ۱، ۲ و ۳ که از کتاب درسی علوم سال اول برگرفته شده‌اند، فرآیند تبخیر آب از طریق نور خورشید و تشکیل ابر نشان داده شده است(شورای نویسندگان، ۱۳۹۳).

شکل ۱

شکل ۲



شکل ۳

همچنین دانش‌آموزان پایه اول ابتدایی می‌آموزند که سرما عامل تراکم بخارها و قطرات کوچک آب و تشکیل قطرات بزرگتر است. این امر به نوعی تداعی کننده پدیده میعان به صورت غیرمستقیم است، زیرا در ادامه دانش‌آموزان می‌آموزند که با سرد شدن ابرها و متراکم شدن آنها، پدیده میعان و تبدیل بخار آب به حالت مایع اتفاق می‌افتد. در شکلهای ۴، ۵ و ۶ پدیده میعان و تشکیل قطره شبنم نشان داده شده است(همان). در این شکلها اثر کاهش دما در طول شب و تبدیل بخار آب به حالت مایع نشان داده شده است.

شکل ۴

شکل ۵

شکل ۶

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی ضمن آشنایی با حالتهای گوناگون آب به صورت جامد، مایع و گازی شکل، با پدیده‌های ذوب، جوش و انجماد آشنا می‌شوند و با انجام دادن یک فعالیت مانند ریختن آب بر زمین و مشاهده کاهش حجم آب از طریق تبخیر آشنا می‌شوند(فصل سوم). سپس با بررسی چرخه آب در طبیعت(فصل ۵) با انجام دادن یک فعالیت مانند قرار دادن یک ظرف بالای آب در حال جوشیدن، به طور غیر مستقیم با پدیده میعان و تبدیل بخارهای آب به قطرات مایع آشنا می‌شوند. در ادامه به بررسی اثر گرما بر پدیده تبخیر می‌پردازند و با انجام دادن یک فعالیت، با چگونگی تشکیل ابر آشنا می‌شوند(شورای نویسندگان، ۱۳۹۴).

نمونه آماری پژوهش

پژوهش حاضر رویکردی کاربردی دارد و از دسته پژوهشهای توصیفی است که تلاش می‌کند تا میزان درک و تصورات ذهنی دانش‌آموزان را بررسی و توصیف کند(سرمد، بازرگان و حجازی، ۱۳۹۰). نمونه آماری پژوهش را ۱۳۲ نفر از دانش‌آموزان دختر تشکیل می‌دهند که در سال تحصیلی ۹۴-۱۳۹۳ به روش نمونه‌گیری تصادفی خوشه‌ای مرحله‌ای از چهار آموزشگاه دولتی دخترانه از چهار مرکز استانهای کردستان (سنندج)، بوشهر، گیلان (رشت) و خراسان جنوبی (بیرجند) انتخاب شدند. نمرات سال قبل بیشتر آزمودنیها و همچنین وضعیت فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی اغلب آنها مشابه یکدیگر بود.

ابزار گردآوری اطلاعات

روشهای بسیاری برای بررسی و توصیف درک مفهومی و کج فهمی‌های دانش‌آموزان وجود دارد. آزمونهای باز-پاسخ، آزمونهای تشخیصی انشایی، رسم نقشه‌های مفهومی، انجام دادن مصاحبه‌های عمیق و نیمه‌ساختار یافته، رسم نقاشی و اجرای آزمونهای عملکردی، نمونه‌هایی از شیوه‌های توصیف درک مفهومی دانش‌آموزان محسوب می‌شوند(کوز[1]، ۲۰۰۸). دراین پژوهش از آزمونهای تشخیصی انشایی و انجام دادن مصاحبه نیمه ساختار یافته استفاده شده است. بعد از انجام دادن یک فعالیت عملی از سوی دانش‌آموزان، پرسشنامه‌ای در اختیار آنها قرار داده شد و آنها توضیحاتی را برای توصیف پاسخ خود به صورت انشایی ارائه کردند. در صورت نامشخص بودن توضیحات برخی از دانش‌آموزان، مصاحبه‌ای با آنان انجام می‌گرفت تا جواب آنان شفاف‌تر شود (کول[2] و تریگاست،[3] ۲۰۰۲).

1. Kose
2. Coll
3. Treagust

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

پرسشنامه تهیه شده شامل پنج فعالیت و ده سؤال تشخیصی به صورت باز- پاسخ در زمینهٔ پدیده‌های تبخیر، میعان و اثر گرما بر این پدیده‌ها بود. روایی محتوایی ابزار را ۵ متخصص آموزش علوم بررسی و تایید کردند. سؤالهای پژوهش در جدول شماره ۱ آورده شده‌اند.

جدول ۱. سؤالهای تشخیصی به کار گرفته شده در پژوهش

الف) یک دستمال کوچک را با آب خیس و در گوشه کلاس آویزان می‌کنیم. پس از یک ساعت سؤالهای زیر را طرح می‌کنیم:
سؤال ۱: آب موجود در دستمال کجا رفته است؟
سؤال ۲: چه عاملی سبب خشک شدن دستمال شده است؟
سؤال ۳: چه کار باید کرد تا دستمال زودتر خشک شود؟
ب) دو لیوان بزرگ هم‌اندازه را پر از آب می‌کنیم و یکی را در کنار پنجره و دیگری را در گوشه کلاس در سایه قرار می‌دهیم و خط آب داخل لیوانها را با ماژیک علامت می‌زنیم. دانش‌آموزان هر روز خط آب لیوانها را مشاهده می‌کنند و دوباره علامت می‌زدند. پس از سه روز سؤالهای زیر را طرح می‌کنیم:
سؤال ۴: چرا مقدار آب داخل لیوانها کم شده است؟
سؤال ۵: آب کم شده در لیوانها کجا رفته است؟
سؤال ۶: چرا لیوان موجود در کنار پنجره آب بیشتری از دست می‌دهد؟
پ) از دانش‌آموزان می‌خواهیم تا با آبرنگ روی یک کاغذ نقاشی بکشند. پس از پایان کار و خشک شدن آبرنگ سؤالهای زیر را مطرح می‌کنیم:
سؤال ۷: آب روی کاغذ کجا رفته است؟
سؤال ۸: برای اینکه نقاشی آبرنگ زودتر خشک شود، چه کار باید کرد؟
ت) داخل یک پارچ آب که کاملاً خشک است، آب و یخ می‌ریزیم. پس از مشاهده دقیق آن از سوی دانش‌آموزان، سؤال زیر را مطرح می‌کنیم:
سؤال ۹: قطرات آب موجود در سطح بیرونی پارچ از کجا آمده است؟
ث) به هر کدام از دانش‌آموزان یک قطعه آینه کوچک می‌دهیم و از آنها می‌خواهیم که نفس خود را بر سطح آن بدمند. سپس سؤال زیر را مطرح می‌کنیم:
سؤال ۱۰: بخار آب موجود در سطح آینه از کجا آمده است؟

آزمونها در شرایط عادی کلاس و بدون اطلاع قبلی دانش‌آموزان در مدت زمان ۴۵-۴۰ دقیقه و در طول ۵ روز به مورد اجرا گذاشته شد. به دانش‌آموزان اطمینان داده شد که آزمونها به قصد پژوهش انجام می‌شوند و نتیجه آنها محرمانه خواهد ماند و تاثیری در نمره درسی آنها نخواهد گذاشت.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

شیوه تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای ارزیابی میزان درک دانش‌آموزان، از روش ارزیابی مفهومی آبراهام[1]، گرزیبوسکی[2]، رنر[3] و مارک[4](۱۹۹۲) استفاده شد. در این روش، گزینه‌های انتخابی و پاسخهای تشریحی دانش‌آموزان در چهار دسته؛ درک کامل، درک جزئی، کج‌فهمی و عدم درک قرار می‌گیرند. شرح این دسته‌بندی به شرح زیر است:

۱. درک کامل: پاسخهایی که شامل همهٔ اجزای قابل قبول پاسخ هستند.
۲. درک جزئی: پاسخهایی که شامل حداقل یکی از اجزای قابل قبول پاسخ هستند.
۳. کج‌فهمی: پاسخهایی که شامل جوابهای نادرست، غیر منطقی و غیر علمی هستند و هیچ کدام از اجزای پاسخ درست را ندارند.
۴. عدم درک: پاسخهایی که در آن پاسخ دهنده به وضوح اشاره می‌کند که مفهوم سؤال را درک نکرده است، جواب آن را نمی‌داند یا پاسخ غیرمرتبط ارائه می‌دهد.

پس از بررسی پاسخهای دانش‌آموزان و دسته‌بندی آنها مطابق با چارچوب ذکر شده، برای روشن‌تر شدن برخی پاسخهای گنگ و نامفهوم، با برخی از دانش‌آموزان مصاحبه‌ای انجام گرفت و جواب روشن آنان به پاسخنامه مربوطه اضافه شد. در دسته‌بندی و تصحیح پاسخنامه‌های دانش‌آموزان، دو پژوهشگر به صورت مستقل از هم، کار ارزیابی را انجام دادند و در مواردی که تفاوتی میان نظرات آنان مشاهده می‌شد، ارزیاب سوم کار قضاوت را تکمیل می‌کرد و در صورت مشکل بودن کار قضاوت، از طریق مذاکره کار تصمیم‌گیری انجام می‌گرفت. پس از دسته‌بندی پاسخها، میزان درصد آنها منطبق بر چارچوب ذکر شده تنظیم شد.

یافته‌های پژوهش

نتایج به دست آمده از اجرای آزمونهای تشخیصی و میزان درصد پاسخهای دانش‌آموزان در چهار دسته‌بندی درک کامل، درک جزئی، کج‌فهمی و عدم درک تنظیم شد و سپس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در جدول شماره ۲، فراوانی و درصد پاسخهای دانش‌آموزان به صورت مجزا مورد بحث و بررسی قرار گرفته‌است.

1. Abraham
2. Grzybowski
3. Renner
4. Marek

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

جدول ۲. فراوانی و درصد پاسخهای دانش‌آموزان به سؤالها

سؤالها		سطح درک				
		درک کامل	درک جزئی	کج‌فهمی	عدم درک	بدون پاسخ
سؤال ۱	تعداد	۲۸	۳۹	۴۳	۲۲	۰
	درصد	۲۱/۲۱	۲۹/۵۴	۳۲/۵۷	۱۶/۶۶	۰/۰۰
سؤال ۲	تعداد	۲۶	۴۱	۴۸	۱۵	۲
	درصد	۱۹/۶۹	۳۱/۰۶	۳۶/۳۶	۱۱/۳۶	۱/۵۱
سؤال ۳	تعداد	۴۴	۳۲	۳۶	۲۰	۰
	درصد	۳۳/۳۳	۲۴/۲۴	۲۷/۲۷	۱۵/۱۵	۰/۰۰
سؤال ۴	تعداد	۴۷	۴۱	۳۵	۹	۰
	درصد	۳۶/۶۰	۳۱/۰۶	۲۶/۵۱	۶/۸۲	۰/۰۰
سؤال ۵	تعداد	۴۵	۳۸	۴۲	۷	۰
	درصد	۳۴/۰۹	۲۸/۷۸	۳۱/۸۱	۷/۳۰	۰/۰۰
سؤال ۶	تعداد	۵۱	۴۳	۳۲	۶	۰
	درصد	۳۸/۶۳	۳۲/۵۷	۲۴/۲۴	۴/۵۴	۰/۰۰
سؤال ۷	تعداد	۵۷	۴۱	۳۱	۳	۰
	درصد	۴۳/۱۸	۳۱/۰۶	۲۳/۴۸	۲/۲۷	۰/۰۰
سؤال ۸	تعداد	۵۵	۴۵	۳۰	۲	۰
	درصد	۴۱/۶۶	۳۴/۰۹	۲۲/۷۲	۱/۵۱	۰/۰۰
سؤال ۹	تعداد	۱۷	۲۹	۶۴	۲۰	۲
	درصد	۱۲/۸۷	۲۱/۹۶	۴۸/۴۸	۱۵/۱۵	۱/۵۱
سؤال ۱۰	تعداد	۴۸	۵۱	۲۲	۱۰	۱
	درصد	۳۶/۳۶	۳۸/۶۳	۱۶/۶۶	۷/۵۷	۰/۷۵

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال اول، پاسخ درست و کامل، تبخیر آب و پخش شدن آن در هوا و فضای کلاس است. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۲۱/۲۱ درصد درک کامل، ۲۹/۵۴ درصد درک جزئی، ۳۲/۵۷ درصد کج‌فهمی و ۱۶/۶۶ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. در جدول شماره ۳ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال اول آورده شده است.

جدول ۳. برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال اول

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• آب بخار شده و در فضای کلاس پخش شده است. • آب در اثر تبخیر از دستمال جدا شده است و در هوا پخش شده است.
درک جزئی	• آب در اثر تبخیر خشک شده است.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

	• آب بخار شده و به زمین ریخته است. • آب بخار شده و ناپدید شده است.
کج‌فهمی	• آب از دستمال جدا شده و سپس به زمین فرو رفته است. • آب از دستمال جدا شده و سپس به ابرها پیوسته است.
عدم درک	• برای خشک شدن دستمال، زمان بیشتری لازم است. • آب چکه کرده و به زمین ریخته است.

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال دوم، پاسخ درست و کامل، تبخیر آب بر اثر گرمای محیط است. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۱۹/۶۹ درصد درک کامل، ۳۱/۰۶ درصد درک جزئی، ۳۶/۳۶ درصد کج‌فهمی و ۱۱/۳۶ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. البته دو نفر از دانش‌آموزان(۱/۵۱ درصد) به سؤال دوم پاسخ ندادند. در جدول شماره ۴ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال دوم آورده شده است.

جدول ۴ . برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال دوم

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• آب بوسیله گرمای محیط تبخیر شده است. • آب در اثر گرما تبخیر شده و از دستمال جدا می‌شود.
درک جزئی	• برای خشک شدن دستمال نور خورشید لازم است. • گرمای موجود در کلاس آب را از دستمال گرفته است. • جریان هوا آب را از دستمال گرفته است.
کج‌فهمی	• آب توسط گرد و خاک موجود در هوا جذب شده است. • گرمای کلاس دستمال را خشک کرده است. • آب جذب دستمال شده و دستمال خشک شده است.
عدم درک	• اگر به دستمال باد بخورد، زودتر خشک می‌شود.

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال سوم، پاسخ درست و کامل، قرار دادن دستمال در جای گرم یا در معرض تابش نور خورشید است تا تبخیر سریع‌تر انجام گیرد. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۳۳/۳۳ درصد درک کامل، ۲۴/۲۴ درصد درک جزئی، ۲۷/۲۷ درصد کج‌فهمی و ۱۵/۱۵ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. در جدول شماره ۵ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال سوم آورده شده است.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

جدول ۵. برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال سوم

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• باید دستمال را در یک جای گرم قرار داد تا آب بخار شود. • باید دستمال را زیر نور خورشید قرار داد تا آب آن بخار شود. • دستمال در هوای آزاد و گرمای نور خورشید زودتر خشک می‌شود.
درک جزئی	• اگر دستمال را گرم کنیم، زودتر خشک می‌شود. • جریان هوا زودتر آب را از دستمال جدا می‌کند.
کج‌فهمی	• نور خورشید آب دستمال را زودتر جذب می‌کند. • اگر دستمال توسط باد تکان بخورد، آب آن زودتر پخش می‌شود. • در هوای آزاد آب زودتر به طرف ابرها رفته و دستمال خشک می‌شود.
عدم درک	• باید دستمال را محکم فشار داد تا آب آن برود. • باید دستمال را روی یک طناب آویزان کرد.

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال چهارم، پاسخ درست و کامل، تبخیر مقداری از آب و خارج شدن آن به صورت بخار از لیوان است. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۳۶/۶۰ درصد درک کامل، ۳۱/۰۶ درصد درک جزئی، ۲۶/۵۱ درصد کج‌فهمی و ۶/۸۲ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. در جدول شماره ۶ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال چهارم آورده شده است.

جدول ۶ . برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال چهارم

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• آب تبخیر شده است. • کمی از آب بخار شده و از ظرف خارج شده است.
درک جزئی	• آب بخار شده و خشک شده است. • نور خورشید باعث خشک شدن آب شده است. • آب از ظرف خارج شده و بر روی میز و صندلی کلاس پخش شده است.
کج‌فهمی	• آب در خودش حل شده است. • مقداری از آب جذب لیوان شده است. • نور خورشید کمی از آب را جذب کرده است.
عدم درک	• کمی از آب خشک شده است. • شاید کسی کمی از آب را خورده است. • کمی از آب غیب شده است.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال پنجم، پاسخ درست و کامل، تبخیر مقداری از آب و پخش شدن بخار در هوا و فضای کلاس است. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۳۴/۰۹ درصد درک کامل، ۲۸/۷۸ درصد درک جزئی، ۳۱/۸۱ درصد کج‌فهمی و ۵/۳۰ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. در جدول شماره ۷ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال پنجم آورده شده است.

جدول ۷. برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال پنجم

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• کمی از آب تبخیر شده و در هوا پخش شده است. • کمی از آب بخار شده و در فضای کلاس پخش شده است.
درک جزئی	• آب بخار شده و توسط گرد و خاک موجود در هوا جذب شده است. • کمی از آب بخار شده و بر روی میز و صندلی کلاس پخش شده است.
کج‌فهمی	• آب از ظرف خارج شده و به زمین فرو رفته است. • آب از ظرف خارج شده و جذب خورشید شده است. • آب از ظرف خارج شده و به ابرها پیوسته است.
عدم درک	• آب توسط گرد و خاک موجود در هوا جذب شده است. • به زمین ریخته شده است.

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال ششم، پاسخ درست و کامل، تبخیر بیشتر آب بر اثر گرمای نور خورشید است. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۳۸/۶۳ درصد درک کامل، ۳۲/۵۷ درصد درک جزئی، ۲۴/۲۴ درصد کج‌فهمی و ۴/۵۴ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. در جدول شماره ۸ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال ششم آورده شده است.

جدول ۸. برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال ششم

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• گرمای نور خورشید باعث می‌شود تا مقدار آب بیشتری تبخیر گردد. • گرمای نور خورشید باعث می‌شود تا آب زودتر بخار گردد.
درک جزئی	• آب در اثر نور خورشید بیشتر تبخیر می‌شود. • آب در سایه دیرتر بخار می‌شود.
کج‌فهمی	• نور خورشید آب را زودتر خشک می‌کند. • نور خورشید آب را بیشتر جذب می‌کند. • نور خورشید گرم است و آب سرد. به همین خاطر جذب هم می‌شوند.
عدم درک	• آب زودتر از پنجره خارج می‌شود.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال هفتم، پاسخ درست و کامل، تبخیر آب و جدا شدن از آبرنگ و در نتیجه خشک شدن آبرنگ است. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۴۳/۱۸ درصد درک کامل، ۳۱/۰۶ درصد درک جزئی، ۲۳/۴۸ درصد کج‌فهمی و ۲/۲۷ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. در جدول شماره ۹ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال هفتم آورده شده است.

جدول ۹ . برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال هفتم

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• آب بخار شده و از آبرنگ جدا می‌شود. در نتیجه آبرنگ خشک می‌شود.
درک جزئی	• آب بخار شده و خشک می‌شود. • آب بخار شده و آبرنگ به کاغذ می‌چسبد.
کج‌فهمی	• آب جذب کاغذ شده است. • آب به بالا و آبرنگ به پایین رفته است. • آب در آبرنگ حل شده و ناپدید می‌شود.
عدم درک	• آب خشک شده است.

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال هشتم، پاسخ درست و کامل، گرم کردن نقاشی آبرنگ است که سبب افزایش سرعت تبخیر آب می‌گردد. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۴۱/۶۶ درصد درک کامل، ۳۴/۰۹ درصد درک جزئی، ۲۲/۷۲ درصد کج‌فهمی و ۱/۵۱ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. در جدول شماره ۱۰ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال هشتم آورده شده است.

جدول ۱۰ . برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال هشتم

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• اگر نقاشی آبرنگ را گرم کنیم، آب آن زودتر بخار می‌شود. • با دمیدن هوای گرم، آب بیشتری تبخیر شده و نقاشی خشک می‌شود.
درک جزئی	• اگر به نقاشی فوت کنیم زودتر خشک می‌شود. • اگر نقاشی را روی بخاری قرار دهیم، زودتر خشک می‌شود. • اگر نقاشی را زیر نور آفتاب قرار دهیم، زودتر خشک می‌شود.
کج‌فهمی	• نور خورشید آب را زودتر جذب کرده و نقاشی را خشک می‌کند. • اگر درب و پنجره باز باشد، زودتر خشک می‌شود. • اگر به نقاشی فوت کنیم، آب آن زودتر به بالا می‌رود.
عدم درک	• باید منتظر ماند تا خشک شود. • نقاشی را روی یک پارچه قرار دهیم تا آب آن جذب پارچه شود.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال نهم، پاسخ درست و کامل این است که بخار آب موجود در هوا در سطح خارجی پارچ آب یخ بر اثر سرما متراکم شده و به مایع تبدیل می‌شود. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۱۲/۸۷ درصد درک کامل، ۲۱/۹۶ درصد درک جزئی، ۴۸/۴۸ درصد کج‌فهمی و ۱۵/۱۵ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. البته دو نفر از دانش‌آموزان به سؤال نهم پاسخ ندادند. در جدول شماره ۱۱ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال نهم آورده شده است.

جدول ۱۱ . برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال نهم

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• پارچ آب سرد است و بخار آب موجود در هوا در برخورد با آن به مایع تبدیل می‌شود.
درک جزئی	• پارچ آب سرد است و هوای گرم اطراف را خنک کرده و به آب تبدیل می‌کند. • هوا دارای آب است و روی پارچ می‌نشیند.
کج‌فهمی	• آب از داخل پارچ به بیرون آمده است. • قطرات آب همان سردی داخل پارچ است که به بیرون آمده است. • مقداری از یخ آب شده و به بیرون ظرف منتقل می‌شود.
عدم درک	• داخل پارچ آب سرد و بیرون آن گرم است. به همین خاطر پارچ آب عرق کرده است.

در بررسی پاسخهای داده شده به سؤال دهم، پاسخ درست و کامل، وجود بخار آب در هوای گرم بازدم است که در برخورد با سطح خارجی آینه سرد شده و به مایع تبدیل می‌شود. همان‌طور که در جدول ۲ دیده می‌شود، از میان پاسخهای دانش‌آموزان، ۳۶/۳۶ درصد درک کامل، ۳۸/۶۳ درصد درک جزئی، ۱۶/۶۶ درصد کج‌فهمی و ۷/۵۷ درصد عدم درک را نشان می‌دهد. البته یک نفر از دانش‌آموزان (۷۵/ درصد) به سؤال دهم پاسخ نداد. در جدول شماره ۱۲ برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال دهم آورده شده است.

جدول ۱۲ . برخی از پاسخهای دانش‌آموزان به سؤال دهم

سطح درک	نمونه‌هایی از پاسخهای دانش‌آموزان
درک کامل	• بخار آب موجود در هوای بازدم در سطح خارجی آینه می‌نشیند.
درک جزئی	• آینه نشان می‌دهد که در نفس ما آب وجود دارد. • بخار هوا با نفس ما ترکیب شده و روی آینه می‌نشیند.
کج‌فهمی	• نفس ما آب موجود در هوا را به طرف آینه می‌برد. • قطرات آب دهان روی آینه نشسته است.
عدم درک	• هوای تنفس گرم است ولی آینه سرد. به همین خاطر آینه عرق می‌کند.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی پاسخهای داده شده به سؤالهای پرسشنامه نشان داد که دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی کج‌فهمی‌های بسیار در زمینه پدیده‌های تبخیر، میعان و تاثیر گرما بر آنها دارند و آموخته‌های آنان در پایه‌های پایین‌تر نتوانسته است مانع بروز این کج‌فهمی‌ها شوند. استاوی(۱۹۹۰) معتقد است که در سامانه شناختی دانش‌آموزان انواع متفاوتی از تصورات بدیل وجود دارد که می‌توانند با تفکرات علمی و آموخته‌های آنان رقابت کند. در این فرآیند، اغلب تصوراتی که ریشه‌ای قویتر در ساختار شناختی دانش‌آموزان دارند، غالب اند و خود را بروز می‌دهند.

یافته‌های این مطالعه نشان داد که با وجود درک مفهومی تبخیر و میعان از سوی برخی از دانش‌آموزان، همچنان نیاز است که در آموزش مفاهیم مرتبط با چرخه آب و تغییر حالت مواد از مایع به گاز و به‌عکس، توجه و دقت کافی به عمل آید. در این مطالعه از دانش‌آموزان انتظار می‌رفت که از وجود بخار آب نامرئی در هوا آگاه باشند. همچنین درک کنند که آب می‌تواند بر اثر گرمای محیط تبخیر و به بخاری نامرئی و بدون بو تبدیل شود. این بخار نامرئی می‌تواند با سرد شدن دوباره به آب تبدیل شود. همچنین این مطالعه نشان داد که بسیاری از دانش‌آموزان در درک ارتباط میان تبخیر و گرما، همچنین ارتباط میان میعان و گرما، و وجود رطوبت در هوا، مشکل دارند و دچار کج‌فهمی هستند.

بار و جلیلی(۱۹۹۴) ضمن اشاره به اهمیت مفهوم تبخیر و میعان در فیزیک، شیمی و زیست‌شناسی، معتقدند که هر چند دانش‌آموزان از سال اول ابتدایی و سپس در پایه‌های بالاتر با پدیده‌های تبخیر و میعان آشنا می‌شوند، اما یافته‌های آنها نشان می‌دهند که برخی از آنها در کاربرد مفهومی تبخیر و میعان و همچنین نقش تبادل گرمایی در بروز این پدیده‌ها مشکل دارند.

در مطالعه حاضر نیز مشخص شد که بیشترین کج‌فهمی دانش‌آموزان در درک مفهومی رابطه میان تبخیر، گرما و میعان است. در سؤال اول پژوهش که فرآیند خشک شدن یک دستمال خیس را مورد بررسی قرار داده بود، انتظار می‌رفت تا دانش‌آموزان پدیده تبخیر را به عنوان عامل اصلی معرفی کنند، اما فقط ۲۱/۲۱ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که آب بر اثر تبخیر از دستمال جدا شده و در هوا و فضای کلاس پخش شده است و درک کامل خود از این سؤال را نشان دادند؛ اما ۳۲/۵۷ درصد از آنان دچار کج‌فهمی بودند. به اعتقاد آنان، آب بخار شده و سپس به زمین فرو رفته یا به آسمان رفته است. منشأ پیدایش این کج‌فهمی را می‌توان در درک نادرست آنان از چرخه آب جستجو کرد. زیرا در آنجا از تصاویری استفاده می‌شود که صعود بخار آب به بالا و پیوستن به

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

ابرها یا ریزش باران و فرورفتن در خاک را به وضوح نشان می‌دهد. این کج‌فهمی مانع درک صحیح دانش‌آموزان از وجود بخار آب در هوا می‌شود. در مطالعه راسل و همکارانش(۱۹۸۹) نیز به چنین یافته‌ای اشاره شده است و یافته‌های این پژوهش با یافته‌های آنان مطابقت دارد.

این وضعیت در درک رابطه میان تبخیر و گرمای محیط نیز در سؤال دوم پژوهش مشاهده شد. ۱۹/۶۹ درصد دانش‌آموزان که درک کاملی از این رابطه داشتند، معتقد بودند که آب بر اثر گرمای محیط تبخیر و از دستمال جدا می‌شود؛ اما ۳۶/۳۶ درصد دانش‌آموزان این ارتباط را به درستی درک نکرده و دچار کج‌فهمی بودند. این افراد خشک شدن دستمال را به جذب آب توسط گرد و خاک موجود در هوا و همچنین جذب آب توسط گرمای محیط یا جذب آب توسط خود پارچه ارتباط دادند. این گروه از دانش‌آموزان نتوانستند عامل گرما را به پدیده تبخیر ارتباط دهند. این کج‌فهمی را آزبورن و کاسگرو(۱۹۸۳) و همچنین بار و جلیلی(۱۹۹۴) نیز در مطالعه خود گزارش کرده بودند.

در سؤال سوم پژوهش که رابطه مستقیم میان تبخیر و گرما را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۳۳/۳۳ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که دستمال در هوای آزاد و گرمای نور خورشید زودتر خشک می‌شود؛ اما ۲۷/۲۷ درصد دانش‌آموزان این ارتباط را به درستی درک نکرده و دچار کج‌فهمی بودند. بعضی از این دانش‌آموزان معتقد بودند که نور خورشید آب دستمال را زودتر جذب می‌کند. همچنین اگر باد دستمال را تکان بدهد، آب آن زودتر پخش می‌شود. به اعتقاد برخی از این دانش‌آموزان، در هوای آزاد آب زودتر به طرف ابرها می‌رود و دستمال خشک می‌شود. جانپولات(۲۰۰۶) و همچنین تیتلر و پیترسون(۲۰۰۰) نیز در مطالعات خود به این کج‌فهمی‌ها اشاره کرده‌اند. منشأ این کج‌فهمی به مشاهدات دانش‌آموزان و تجربه‌های پیشین آنان برمی‌گردد، چرا که آنان بارها دیده‌اند که هنگام آویزان کردن لباسهای خیس روی طناب، آب آنها چکه می‌کند و به زمین می‌ریزد و در صورت وزیدن باد فرآیند خشک شدن لباسها سریع‌تر اتفاق می‌افتد.

در سؤال چهارم پژوهش که فرآیند تبخیر و رابطه آن با گرمای محیط را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۳۶/۶۰ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که کمی از آب موجود در لیوانها بخار شده و از ظرف خارج شده است؛ اما ۲۶/۵۱ درصد دانش‌آموزان این ارتباط را به درستی درک نکرده و دچار کج‌فهمی بودند. بعضی از نظرات دانش‌آموزان که در زمره کج‌فهمی قرار دارند، عبارت‌اند از:

۱. آب در خودش حل شده است.
۲. مقداری از آب جذب لیوان شده است.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

۳. نور خورشید کمی از آب را جذب کرده است.

استاموﻻسیس و همکارانش(۲۰۱۲) و همچنین تیتلر (۲۰۰۰) نیز در مطالعات خود به این کج‌فهمی‌ها اشاره کرده‌اند. به اعتقاد تیتلر، نامرئی بودن بخار آب در پدیده تبخیر سبب می‌شود تا دانش‌آموزان برای توصیف آن از تفکر انتزاعی استفاده نمایند. البته برخی از دانش‌آموزانی که دچار عدم درک بودند(۶/۸۲ درصد) معتقد بودند که آب لیوانها غیب شده است. این کج‌فهمی تاکنون در هیچ پژوهشی گزارش نشده است.

در سؤال پنجم پژوهش که مقصد آب تبخیر شده را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۳۴/۰۹ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که کمی از آب تبخیر شده و در هوا و فضای کلاس پخش شده است. اما ۳۱/۸۱ درصد دانش‌آموزان هر چند به فرآیند تبخیر و خارج شدن بخار آب از لیوانها اشاره داشتند؛ اما درک درستی از مقصد بخارهای آب خارج شده نداشتند. برخی از کج‌فهمی‌های این گروه از دانش‌آموزان به شرح زیر است:

۱. آب از ظرف خارج شده و به زمین فرو رفته است.

۲. آب از ظرف خارج شده و جذب خورشید شده است.

۳. آب از ظرف خارج شده و به ابرها پیوسته است.

این نوع تفکرات ریشه در درک نادرست چرخه آب دارد. تبخیر بیشتر با بالا رفتن آب همراه است و اغلب دانش‌آموزان معتقدند که بخار آب آن‌قدر بالا می‌رود تا سرانجام به ابرها بپیوندد. از سویی هم ماهیت آب جاری شدن و فرو رفتن در زمین است. به همین سبب مقصد نهایی آب را رفتن به آسمان یا خاک می‌دانند. جذب شدن توسط خورشید نیز که اغلب با واژه خشک شدن همراه است، کج‌فهمی دیگری است که برای بسیاری از کودکان بیشتر از پدیده تبخیر و از دست دادن آب ملموس به نظر می‌رسد، زیرا با مشاهدات و تجربه‌های پیشین آنها در ارتباط است. این نوع کج‌فهمی‌ها با یافته‌های تیتلر و پیترسون(۲۰۰۰) و بار و جلیلی(۱۹۹۴) هماهنگی دارد. استاوی (۱۹۹۰) هم در مطالعات خود دریافت که جذب شدن آب توسط خورشید و فرآیند خشک شدن یکی از تصورات غالب کودکان ۶ ساله است.

در سؤال ششم پژوهش که تاثیر گرمای نور خورشید بر سرعت تبخیر را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۳۸/۶۳ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که گرمای نور خورشید سبب می‌شود تا مقدار آب بیشتری تبخیر گردد یا گرمای نور خورشید سبب می‌شود تا آب زودتر بخار گردد. در این پاسخ هم به تاثیر گرما بر سرعت تبخیر و هم تاثیر گرما بر مقدار تبخیر اشاره شده است. در

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

پاسخهای مربوط به درک جزئی، به نقش گرما و سرعت‌بخشی پدیده تبخیر اشاره نشده است. ۲۴/۲۴ درصد دانش‌آموزان هر چند به تاثیر نور خورشید بر لیوان کنار پنجره اشاره داشتند، اما کج‌فهمی‌هایی به شرح زیر داشتند:

۱. نور خورشید آب را زودتر خشک می‌کند.
۲. نور خورشید آب را بیشتر جذب می‌کند.
۳. نور خورشید گرم است و آب سرد. به همین خاطر جذب هم می‌شوند.

این نوع کج‌فهمی را پیش‌تر راسل و همکارانش(۱۹۸۹) و استاوی(۱۹۹۰) گزارش کرده بودند. منشأ اصلی این نوع کج‌فهمی ارتباط مستقیم پدیده‌های تبخیر و میعان با گرمای نور خورشید است. آنچه از تصورات کودکان قابل استخراج است، بروز پدیده تبخیر در گرمای روز و میعان در خنکای شب است. از سویی هم در میان فصلها نیز در فصل گرم تابستان پدیده غالب تبخیر آبهای سطحی و تشکیل ابر است و در فصل زمستان نیز پدیده غالب میعان است که در آن آبهای بخار شده به صورت برف و باران فرو می‌ریزند. دانش آموزان سالیان سال شاهد این فرآیندها بوده اند و به منزلهٔ تجربیات زندگی روزمره در بینش و تصورات آنها تاثیر گذاشته است.

در سؤال هفتم پژوهش که پدیده تبخیر و خشک شدن نقاشی آبرنگ را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۴۳/۱۸ درصد از دانش‌آموزان معتقد بودند که آب بخار شده و از آبرنگ جدا شده است. این سؤال بسیار شبیه سؤال اول است، با این تفاوت که در یک موقعیت یادگیری جدید طرح شده است. اما ۲۳/۴۸ درصد دانش‌آموزان با تمرکز روی فرآیند خشک شدن، کج‌فهمی‌هایی به شرح زیر داشتند:

۱. آب جذب کاغذ شده است.
۲. آب به بالا و آبرنگ به پایین رفته است.
۳. آب در آبرنگ حل شده و ناپدید می‌شود.

تیتلر(۱۹۹۸) در مطالعه خود دریافته بود که بعضی از دانش‌آموزان به جذب شدن آب در ظرف یا پارچه و کاغذ اعتقاد دارند و علت خشک شدن را به این امر نسبت می‌دهند. یافته‌های سیتسیپیس و همکاران(۲۰۱۰) و همچنین تیتلر و پیترسون(۲۰۰۰) نیز تایید کننده این یافته‌ها هستند. البته برخی از دانش‌آموزان که درک نادرستی از این سؤال داشتند(۲/۲۷ درصد)، معتقد بودند که «آب خشک شده است». این جمله تداعی کننده گویشها و گفتمانهای روزمره و عامیانه است که در سطح جامعه مورد استفاده قرار می‌گیرد.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]
[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

در سؤال هشتم پژوهش که تاثیر گرما بر سرعت‌بخشی پدیده تبخیر و خشک شدن نقاشی آبرنگ را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۴۱/۶۶ درصد از دانش‌آموزان به درستی به دو عامل گرما و جریان هوا برای سرعت‌بخشی تبخیر به شرح زیر اشاره داشتند:

۱. اگر نقاشی آبرنگ را گرم کنیم، آب آن زودتر بخار می‌شود.

۲. با دمیدن هوای گرم، آب بیشتری تبخیر شده و نقاشی خشک می‌شود.

دانش‌آموزانی که دارای درک جزئی بودند(۳۴/۰۹ درصد)، هر چند به نقش جریان هوا یا گرما اشاره داشتند، اما بدون اشاره به پدیده تبخیر، فقط از واژه خشک شدن استفاده کرده بودند.

۲۲/۷۲ درصد دانش‌آموزان با تمرکز روی جریان هوا و گرما، کج‌فهمی‌هایی به شرح زیر داشتند:

۱. نور خورشید آب را زودتر جذب کرده و نقاشی را خشک می‌کند.

۲. اگر درب و پنجره باز باشد، زودتر خشک می‌شود.

۳. اگر به نقاشی فوت کنیم، آب آن زودتر به بالا می‌رود.

شبیه چنین کج‌فهمی‌هایی را در پاسخ دانش‌آموزان به سؤال سوم نیز شاهد بودیم. جانپولات (۲۰۰۶) و همچنین تیتلر و پیترسون(۲۰۰۰) نیز در مطالعات خود به این کج‌فهمی‌ها اشاره کرده‌اند.

در سؤال نهم پژوهش که وجود رطوبت در هوا و مایع شدن آن در سطح پارچ آب از طریق میعان را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۱۲/۸۷ درصد از دانش‌آموزان پاسخ درست را داده و معتقد بودند که پارچ آب سرد است و بخار آب موجود در هوا در برخورد با آن به مایع تبدیل می‌شود. هر چند دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی با واژه میعان آشنا نیستند، اما فرآیند تشکیل قطرات شبنم در خنکای شب از بخار آب موجود در هوا را در پایه اول آموخته‌اند. اما بررسی پاسخهای ۴۸/۴۸ درصد از دانش‌آموزان نشان داد که آنها دچار کج‌فهمی‌هایی به شرح زیر هستند:

۱. آب از داخل پارچ به بیرون آمده است.

۲. قطرات آب همان سردی داخل پارچ است که به بیرون آمده است.

۳. مقداری از یخ آب شده و به بیرون ظرف منتقل می‌شود.

در مطالعاتی که آزبورن و کاسگرو(۱۹۸۳) و بعدها آیاس[1]، اوزمان[2] و چالیک[3](۲۰۱۰) و همچنین بدریان، عبدی‌نژاد و ناصری آذر(۲۰۱۱) انجام داده اند، به این کج‌فهمی‌ها اشاره شده است.

1. Ayas
2. Özman
3. Çalik

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

در سؤال دهم پژوهش که وجود رطوبت و بخار آب در هوای بازدم را مورد بررسی قرار داده بود، فقط ۳۶/۳۶ درصد از دانش‌آموزان پاسخ درست را داده و معتقد بودند که بخار آب موجود در هوای بازدم در سطح خارجی آینه می‌نشیند. اما ۱۶/۶۶ درصد دانش‌آموزان دچار کج‌فهمی بودند و اعتقاد داشتند که نفس بازدم آنها آب موجود در هوا را به طرف آینه می‌برد یا قطرات آب دهان روی آینه نشسته است. این یافته را در مطالعات تیتلر(۲۰۰۰)، تیتلر و پیترسون(۲۰۰۰) و حتی آزبورن و کاسگرو(۱۹۸۳) می‌توان رصد کرد.

به طور کلی یافته‌های مطالعه حاضر نشان داد که دانش‌آموزان پایه سوم ابتدایی کج‌فهمی‌های بسیار درباره پدیده‌های تبخیر و میعان دارند. آنها نمی‌توانند در بسیاری از موارد شبیه‌سازی شده، آموخته‌های خود درباره تبخیر و میعان را به‌خوبی مورد کاربست قرار دهند. عوامل گوناگونی را می‌توان منشأ چنین کج‌فهمی‌هایی معرفی کرد. تجربه‌ها و پیش‌آموخته‌های دانش‌آموزان در سالهای قبل، انتزاعی بودن مفاهیم و عدم تناسب محتوای علمی ارائه شده با سطح رشد شناختی دانش‌آموز، سازماندهی نامناسب محتوای آموزشی بدون رعایت پیش‌نیازها و ارتباطهای طولی و عرضی مناسب و همچنین استفاده از بدیعه‌پردازیها و شبیه‌سازیهای نامناسب از سوی معلمان، همگی از عوامل پیدایش کج‌فهمی در دانش‌آموزان محسوب می‌شوند.

بررسی منشأ کج‌فهمی و شیوه‌های اصلاح کج‌فهمی نیازمند پژوهشهای جداگانه‌ای است. بدون شک تجربیات و آموخته‌های پیشین دانش‌آموزان(آلن، ۲۰۱۰)، شیوه تدریس آموزگاران (کارلتون[1]، ۲۰۰۰) و همچنین عدم سازماندهی مناسب محتوای آموزشی در کتابهای درسی(لیت[2]، ۱۹۹۹) به منزلهٔ سه منبع اساسی بروز کج‌فهمی مطرح هستند.

یافته‌های این مطالعه را می‌توان در آموزش مفاهیم مربوط به تبخیر و دما در دوره ابتدایی مورد کاربست قرار داد. این پژوهش تاکید دارد که برای آموزش اثربخش مفاهیم مرتبط با تبخیر و میعان و مفاهیم مشابه که اغلب انتزاعی هستند، باید روشهای تدریس ویژه‌ای را به کار بست تا از بروز چنین کج‌فهمی‌هایی پیشگیری شود. مناسب‌ترین روش، استخراج تصورات و نظرات دانش‌آموزان قبل از آموزش کلاسی و سپس کاربست فعالیتهای عملی یا نمایشی مناسب برای مشاهده دقیق پدیده‌های علمی است، چرا که دانش‌آموزان پایه‌های نخست دوره ابتدایی بیشتر به شیوه شهودی یاد می‌گیرند.

1. Carlton
2. Leite

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

همچنین لازم است هنگام برنامه‌ریزی و تألیف کتابهای درسی، تمام مفاهیم چالش برانگیز و مستعد ایجاد کج فهمی در دانش‌آموزان بررسی شوند. بهره گیری از ارزشیابیهای تشخیصی و تکوینی و آگاهی معلمان از دیدگاهها و عقاید دانش‌آموزان نسبت به مفاهیم چالش برانگیز، کمک می‌کند تا روشهای تدریس مناسبی را برگزینند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند به برنامه‌ریزان درسی، نویسندگان کتابهای درسی علوم تجربی دوره آموزش عمومی و همچنین آموزگاران مربوطه کمک کند تا در راستای ارتقای کیفیت فرآیند یاددهی- یادگیری مفاهیم مرتبط با پدیده‌های تبخیر و میعان گام بردارند. بر پایه یافته‌های این پژوهش، به برنامه‌ریزان و نویسندگان کتابهای درسی علوم تجربی دوره ابتدایی پیشنهاد می‌شود که در کتابهای درسی جدید علوم تجربی پایه‌های چهارم و پنجم ابتدایی، مفاهیم گرما، تبخیر و میعان بیشتر مورد توجه قرار گیرند تا از بروز چنین کج‌فهمی‌هایی جلوگیری شود.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

منابع

احمدی، غلامعلی. (۱۳۹۱). *ارزشیابی از برنامه درسی علوم تجربی دوره راهنمایی*. گزارش طرح پژوهشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، تهران.

بدریان، عابد. (۱۳۸۸). *ارزشیابی از برنامه درسی شیمی دوره متوسطه و پیش‌دانشگاهی*. گزارش طرح پژوهشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، تهران.

_____ (۱۳۹۳). *ارزشیابی از بسته آموزشی علوم تجربی پایه سوم ابتدایی*. گزارش طرح پژوهشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، تهران.

سرمد، زهره؛ بازرگان، عباس؛ حجازی، الهه. (۱۳۹۰). *روشهای تحقیق در علوم رفتاری*. تهران: انتشارات آگه، چاپ بیست و یکم.

شورای نویسندگان. (۱۳۹۳). *علوم تجربی پایه اول ابتدایی*. اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، تهران.

_____ (۱۳۹۴). *علوم تجربی پایه سوم ابتدایی*. اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، تهران.

صدرالاشرافی، مسعود. (۱۳۹۰). *ارزشیابی از برنامه درسی فیزیک دوره متوسطه و پیش‌دانشگاهی*. گزارش طرح پژوهشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، تهران.

ناصری‌آذر، اکبر؛ بدریان، عابد. (۱۳۹۱). *بررسی شبکه مفهومی کتابهای درسی علوم تجربی دوره ابتدایی بر اساس مشکلات یاددهی و یادگیری*. گزارش طرح پژوهشی، سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی، وزارت آموزش و پرورش، تهران.

Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., & Marek, E. A. (1992). Understandings and misunderstandings of eighth graders of five chemistry concepts found in textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 105–120.

Allen, M. (2010). *Misconceptions in primary science*. Berkshire, England: Open University Press, McGraw-Hill Education.

Ayas, A., Özman, H., & Çalik, M. (2010). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *8*(1), 165-184.

Badrian, A., Abdinejad, T., & Naseriazar, A. (2011). A cross-age study of Iranian students various conceptions about the particulate nature of matter. *Journal of Turkish Science Education*, *8*(2), 49-62.

Bar, V., & Galili, I. (1994). Stages of children's views about evaporation. *International Journal of Science Education*, *16*, 157–174.

Canpolat, N. (2006). Turkish undergraduates' misconceptions of evaporation, evaporation rate, and vapour pressure. *International Journal of Science Education*, *28*(15), 1757-1770.

Carlton, K. (2000). Teaching about heat and temperature. *Physics Education*, *35*(2), 101-105.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2002). Learners' use of analogy and alternative conceptions for chemical bonding: A cross-age study. *Australian Science Teachers' Journal*, *48*(1), 24–35.

Cross, A., & Bowden, A. (2009). *Essential primary science*. Berkshire, England: Open University Press, McGraw-Hill Education.

Gönen, S., & Kocakaya, S. (2010). A cross-age study on the understanding of heat and temperature. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, *2*(1), 1-15.

Köse, S. (2008). Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. *World Applied Sciences Journal*, *3*(2), 283-293.

Leite, L. (1999). Heat and temperature: An analysis of how these concepts are dealt with in textbooks. *European Journal of Teacher Education*, *22*(1), 61-74.

Osborne, R., & Cosgrove, M. (1983). Children's conceptions of the changes of state of water. *Journal of Research in Science Teaching*, *20*(9), 825-838.

Russell, T., Harlen, W., & Watt, D. (1989).Children's ideas about evaporation. *International Journal of Science Education*, *11*(5), 566-576.

Stamovlasis, D., Tsitsipis, G., & Papageorgiou, G. (2012). Structural equation modeling in assessing students' understanding of the state changes of matter. *Chemistry Education, Research and Practice*, *13*, 357–368.

Stavy, R. (1990). Pupils' problems in understanding conservation of matter. *International Journal of Science Education*, 12, 501–512.

Tsitsipis, G., Stamovlasis, D., & Papageorgiou, G. (2010). The effect of three cognitive variables on students' understanding of the particulate nature of and the changes of state of matter. *International Journal of Science Education*, *32*(8), 987–1016.

Tytler, R. (1998). Children's conceptions of air pressure: Exploring the nature of conceptual change. *International Journal of Science Education*, *20*(8), 929-958.

_____ (2000). A comparison of year 1 and year 6 students' conceptions of evaporation and condensation: Dimensions of conceptual progression. *International Journal of Science Education*, *22*(5), 447-467.

Tytler, R., & Peterson, S. (2000). Deconstructing learning in science: Young children's responses to a classroom sequence on evaporation. *Research in Science Education*, *30*(4), 339-355.

[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]

[DOR: 20.1001.1.10174133.1395.32.2.5.3]
[Downloaded from qjoe.ir on 2026-05-26]