مشکلات مربوط به درک فرآیند فتوسنتز در بین دانش‌آموزان ششم ابتدایی (مطالعه موردی در یکی از مدارس ابتدایی شهر اصفهان)

فیروزه علویان[۱]، پروانه شایسته فر[۲]

چکیده

در این پژوهش، مشکلات مربوط به درک فتوسنتز دانش‌آموزان کلاس ششم ابتدایی یکی از دبستان‌های شهر اصفهان موردبررسی قرار گرفت. ضمن مصاحبه با ۲۸ دانش‌آموز ششم ابتدایی، پرسش‌هایی درباره مسائل شیمیایی و زیست‌محیطی فتوسنتز مطرح شد. داده‌ها به کمک نرم‌افزارGraph Prism pad مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفتند. ازجمله مشکلات مشاهده‌شده از نتایج این تحقیق شامل مشکل در درک این موضوع که موادی مانند آب و کربن دی‌اکسید می‌توانند اجزای بدن موجود را بسازند؛ و مشکل در درک این موضوع که کربن دی‌اکسید منبعی حیاتی برای گیاهان است. همچنین، بسیاری فتوسنتز را نوعی تنفس تلقی می‌کردند. مشکلاتی نیز در درک دانش‌آموزان از مفاهیمی مانند چرخه اکسیژن در طبیعت و تولیدکنندگی به‌عنوان اولین گام زنجیره غذایی یافت شد. با توجه به این مشکلات، توصیه می‌شود که برنامه درسی به شکلی اصلاح شود که ابهامات دانش آموزان کمتر شود و معلمان نیز در تدریس خود، از مثالهای کاربردی‌تر استفاده نمایند تا از ایجاد بدفهمی در دانش آموزان جلوگیری شود.

کلمات کلیدی: فتوسنتز، گیاهان، آب، کربن‌دی اکسید.

[۱]. استادیارگروه علوم پایه، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران، نویسنده مسئول، alavian.firoozeh@gmail.com

[۲]. استادیار گروه آموزش زبان انگلیسی، دانشگاه فرهنگیان، تهران، ایران.

دریافت: ۹۷/۱۱/۲۹ پذیرش: ۹۸/۲/۲

مقدمه و بیان مسئله

فتوسنتز یکی از مهم‌ترین مفاهیم پایه‌ای زیست‌شناسی و علوم است (Ort et al., ۲۰۱۵). درواقع، فتوسنتز، فرایند ذخیره انرژی است که با استفاده از نور در موجودات دارای سبزینه صورت می‌گیرد. ضمن این فرایند، انرژی نورانی خورشید به دام می‌افتد و در مولکول گلوکز ذخیره می‌شود. فتوسنتز در اندامک کلروپلاست صورت می‌گیرد و برای انجام آن نیاز به کربن دی‌اکسید، آب، نور و مواد معدنی است. باوجود ساده بودن کلیات فتوسنتز، معلمان درک جزئیات فتوسنتز را موضوعی دشوار برای دانش‌آموزان مقطع ابتدایی می‌دانند (Summers, Kruger, Childs, & Mant, ۲۰۰۰; Wenhua & Guangfei, ۲۰۰۳). مطالعات بسیاری در کشورهای مختلف در مورد بهبود درک و یادگیری مفاهیم فتوسنتز انجام‌شده است (Mikkilä-Erdmann, ۲۰۰۱; Orbanić, Dimec, & Cencič, ۲۰۱۲; Ryoo & Linn, ۲۰۱۶; Södervik, Mikkilä-Erdmann, & Vilppu, ۲۰۱۴). این مطالعات بر روی ارتباط بین درک مفاهیم علمی و توسعه شناختی دانش‌آموزان برنامه‌ریزی‌شده و دانش قبلی دانش‌آموزان به‌عنوان عامل مهمی در ایجاد مشکلات مربوط به یادگیری مفاهیم در نظر گرفته می‌شود. تفکر در این موارد، این امکان را به فرد می‌دهد که حقیقت را در میان به هم ریختگی اطلاعات جستجو کند و بنابراین، می تواند افرد را با فراهم کردن شرایط تحت کنترل، متفکر و خلاق بار آورد (Amirdehi, ۲۰۱۶). اهمیت این موضوع برای درک اولیه روابط غذایی موجودات زنده و جزئیات آن، مهم است (Nobakht, Ebadi, Parmoon, & Nickhah Bahrami, ۲۰۱۹)؛ موضوعی که همه دانش‌آموزان به‌خوبی یاد نمی‌گیرند (Lin & Hu, ۲۰۰۳; Stavy, ۱۹۸۸).

مسائلی مانند آگاهی از پیش‌سازهای فتوسنتز و مسائل زیست‌محیطی فتوسنتز، مطالب چالش‌برانگیزی هستند (Koocheki, ۲۰۱۹) که اگر دانش‌آموزان در مورد مفاهیم پایه‌ای آن؛ ازجمله مولکولهای درگیر در این فرآیند و علوم مرتبط با آن (خصوصاً شیمی، زیست و فیزیک) شناخت کافی نداشته باشند، درک ناقص و طوطی‌واری از فتوسنتز خواهند داشت که منجر به بدفهمی و سوءبرداشت از روند فتوسنتز خواهد شد (O'Connell, ۲۰۰۸; Stavy, Eisen, & Yaakobi, ۱۹۸۷).

این پدیده حیاتی در کتاب‌های علوم کشورهای مختلف، از دوران ابتدایی تا سطوح بالاتر، متناسب با میزان فهم فراگیران به آن‌ها آموزش داده می‌شود (Dikmenli, Cardak, & Oztas, ۲۰۰۹; Farrow, ۲۰۱۲). متأسفانه آموزش این پدیده همانند برخی از مفاهیم علمی دیگر، هیچ‌گاه به‌طور اصولی انجام نمی‌شود و لذا، منجر به درک عمیق از جزئیات و روابط درگیر در آن نشده؛ و چه‌بسا پس از مدتی از ذهن دانش‌آموزان پاک می‌شود؛ درصورتی‌که اگر آموزش مفاهیم علوم تجربی همراه با آموزش برخی مفاهیم مربوط به علوم دیگر باشد، یادگیری عمیق‌تر و پایدارتر می‌شود (Naylor, Keogh, & Goldsworthy, ۲۰۱۳)؛ بنابراین، ضروری است که توسعه‌دهندگان برنامه آموزشی درس علوم، اصول اولیه تدریس فتوسنتز را با در نظر گرفتن موارد زیر پایه‌گذاری کنند (Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, ۲۰۱۴; Fensham, Gunstone, & White, ۲۰۱۳; Park, ۲۰۱۸; Suh, & Seo, ۲۰۱۸).

۱. ساختار گیاه (شکل ظاهری)؛ ۲. مواد و مولکولهای درگیر؛ ۳. انرژی (انرژی خورشیدی)؛ و ۴. فتوسنتز به‌عنوان یک فرایند ضروری در محیط زیست.

با توجه به اهمیت درک فتوسنتز و ارتباط این پدیده با برخی چرخه‌های مهم حیات و زنجیره‌های غذایی و تامین نیازهای بشر به واسطه این مهم (Nasution, ۲۰۱۸)، آگاهی از اثربخشی برنامه درسی در ارتقاء درک این پدیده مهم و جزئیات مرتبط با آن، ضروری به نظر می‌رسد. این‌که آیا برنامه

درسی در مقطع ابتدایی توانسته است مفاهیم پایه‌ای مربوط به فتوسنتز را به نحو شایسته منتقل کند، موضوعی است که در این تحقیق سعی کردیم به بررسی آن بپردازیم. به دلیل گستردگی موضوع، در مطالعه حاضر تنها به بررسی مشکلات مربوط به فهم مولکولهای درگیر و مسائل زیست‌محیطی فتوسنتز پرداختیم.

روش پژوهش

دانش‌آموزان یک کلاس ششم ابتدایی، از یک مدرسه عادی با سطح نسبتا بالا؛ که ۲۸ نفر بودند (از یک منطقه متوسط شهر اصفهان درسال تحصیلی ۱۳۹۶-۱۳۹۷) برای این تحقیق انتخاب شدند. یک هفته پس از تدریس مباحث فتوسنتز و جنگل برای کیست، با هر دانش‌آموز حدود ۱۰ دقیقه مصاحبه شد. همچنین پرسشنامه‌ای با ۱۰ سؤال، در ۴ حوزه تولیدکنندگی، شیمی، زیست‌شناسی و سؤالات خاص مربوط به تنفس و فتوسنتز آماده شد. از پرسشنامه، به‌عنوان وسیله‌ای برای تقویت گفتگو استفاده شد تا وسیله‌ای برای آزمون. به دانش‌آموزان توضیح داده شد که هدف از این سؤالات بررسی برنامه درسی از نظر علمی است تا پیشرفت دانش‌آموزان. سؤالات به شرح زیر بود:

شیمی: گیاهان برای ساخت بدن خود، چه موادی را از محیط دریافت می‌کنند؟ دو لوله‌آزمایش با حجم یکسانی از آب‌آهک شفاف پرشده‌اند. هوای بازدمی به داخل یکی از لوله‌ها هدایت شد. از دانش‌آموزان پرسیده شد که آیا وزن دو لوله برابر است و اگر تفاوت وجود دارد، کدام‌یک سنگین‌تر است و چرا؟

تولیدکنندگی: آیا حیوانات قادر به زندگی در جهان بدون گیاه هستند؟ قندی که می‌خوریم از چه منبعی به دست می‌آید؟ تفاوت‌های مهم بین گیاهان و جانوران کدام‌اند؟

زیست‌شناسی: چرا گفته می‌شود که زندگی موجودات زنده وابسته به نور خورشید است؟ چرا پارک‌ها به‌عنوان «ریه‌های سبز[۱]» شهر نام‌گذاری می‌شوند؟ هر چیز زنده (ازجمله خودمان) از اکسیژن استفاده می‌کند. چگونه است که اکسیژن تمام نمی‌شود؟

سؤالات خاص: تفاوت‌های تنفس با فتوسنتز چیست؟ آیا گیاهان تنفس می‌کنند؟

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، به کمک نرم‌افزارGraph pad Prism صورت گرفت.

یافته ها

در طول مصاحبه، شکاف جدی در درک صحیح دانش‌آموزان از فرآیندهای اساسی فتوسنتز مربوط به مفاهیم شیمیایی موردنیاز فتوسنتز احساس شد که ما به‌طور خلاصه در بخش‌های زیر در مورد آن‌ها بحث می‌کنیم.

مشکل در درک گاز به‌عنوان یک ماده: درک جنبه‌های مادی فتوسنتز نیاز به درک این موضوع دارد که گیاهان گاز کربن دی‌اکسید را از هوا جذب کنند و به کمک آب، از آن برای ساختن بدن خود استفاده کنند (Luo et al., ۲۰۰۱; Xu et al., ۲۰۰۴; Nowak, Ellsworth, & Smith, ۲۰۱۸)؛ بنابراین، دانش‌آموز باید به این درک و باور برسد که یک گاز ماده‌ای است که جرم دارد و می‌تواند آن را وزن کرد. برای تعیین این‌که آیا دانش‌آموزان این ایده را درک کرده‌اند یا نه با دو ظرف مواجه شدند: به آن‌ها گفته شد که یکی از دو ظرف، از کربن دی‌اکسید پرشده و دومی خالی است. از دانش‌آموزان پرسیده شد که آیا وزن ظروف یکسان است یا متفاوت؟ تمام دانش‌آموزان به‌درستی جواب دادند؛ بنابراین، به نظر می‌رسد که آن‌ها می‌دانستند که گازها جرم دارند. بااین‌حال، هنگامی‌که با مشکل معادل؛ اما در یک وضعیت نسبتاً متفاوت مواجه شد، نتایج کاملاً متفاوت بود. به دانش‌آموزان

[۱] green lungs

دو لوله‌آزمایشی با حجم یکسانی آب‌آهک بارنگ شفاف نشان داده شد. دانش‌آموزان می‌دانستند که وزن اولیه دو لوله‌آزمایش یکسان است. هوای بازدمی به یکی از لوله‌های آزمایش دمیده شد و روند وقایع برای دانش‌آموزان توضیح داده شد (کربن دی‌اکسید هوای بازدمی با آب‌آهک واکنش می‌دهد تا رسوب تشکیل شود). از دانش‌آموزان پرسیده شد که آیا وزن دو لوله‌آزمایش مشابه یا متفاوت است و اگر متفاوت است، کدام‌یک، سنگین‌تر است؟ فقط حدود ۵۲٪ از دانش‌آموزان پاسخ دادند که وقتی کربن دی‌اکسید با آب‌آهک مخلوط می‌شود، وزن مایع افزایش می‌یابد (جدول ۱).

جدول ۱. درصد پاسخ دانش‌آموزان به سؤال گاز به‌عنوان یک ماده. وقتی کربن دی‌اکسید با آب‌آهک مخلوط می‌شود، وزن مایع چه تغییری می‌کند؟

سنگین‌تر می‌شود	سبک‌تر می‌شود	تغییری نمی‌کند
۵۲,۴۱	۷,۰۲	۴۵,۳۹

تفاوت در پاسخ دانش‌آموزان ناشی از این واقعیت است برخی از آن‌ها، این موضوع که، گاز می‌تواند جرم داشته باشد را نمی‌دانستند. بدین ترتیب درک دانش دانش‌آموزان از جرم گاز، فقط به شرایط خاصی محدودشده است و کلی نیست. این واقعیت به‌وضوح مشکلات جدی در درک یکی از فرآیندهای اساسی فتوسنتز ایجاد کرده است.

فتوسنتز و تنفس: پاسخ دانش‌آموزان به سؤال، تنفس چیست؟ فقط مربوط به جنبه‌های خارجی تنفس است: تبادل گاز به‌وسیله دم و بازدم. همه دانش‌آموزان می‌دانستند که ما از اکسیژن هوا برای تنفس استفاده می‌کنیم. اکثر آن‌ها فکر کردند که هوا در ریه‌ها تصفیه‌شده و اکسیژن وارد خون می‌شود (یا سلول‌های خونی)؛ اما پس از ورود به خون، هیچ ایده‌ای در مورد اینکه چه اتفاقی برای اکسیژن اتفاق می‌افتد نداشتند. بسیاری از دانش‌آموزان، منبع کربن دی‌اکسید خارج‌شده از طریق بازدم را نمی‌دانستند و فکر می‌کردند که از هوای تنفس شده دمی گرفته‌شده است و بعد از خارج شدن اکسیژن از آن، از ریه‌ها رها می‌شود. اکثر دانش‌آموزان نمی‌دانستند که عملکرد تنفس چیست و صرفاً پاسخ دادند: «ما برای زنده ماندن یا زنده‌بودن تنفس می‌کنیم»، «اکسیژن سلول‌ها را زنده می‌کند» یا «از آن برای ساخت بدن استفاده می‌شود». بسیاری از دانش‌آموزان تصور می‌کردند که اکسیژن جریان خون را در بدن راه‌اندازی می‌کند یا اینکه قلب یا مغز را فعال می‌کند. این ایده‌ها احتمالاً از دانش روزمره در مورد مشکلاتی که افراد مبتلابه بیماری قلبی در ارتفاع زیاد دارند و اکسیژن در این مناطق کم است و یا از دانش آن‌ها در مورد عوارض بیهوشی عمومی ناشی از ناکافی بودن اکسیژن مغز ناشی می‌شود. تنها دو دانش‌آموز از این موضوع اطلاع داشتند و تنفس را مرتبط با تولید انرژی می‌دانستند، اما در مورد سطح درک آن‌ها از این موضوع، تردید وجود دارد.

در ارتباط با تصور دانش‌آموزان از تنفس، جای تعجب نیست که بسیاری از آن‌ها فتوسنتز را به‌عنوان یک نوع تنفس یا به‌عنوان نوعی فرایند مبادله گاز در نظر بگیرند. وقتی از آن‌ها پرسیده شد که آیا گیاهان تنفس می‌کنند، بسیاری از آن‌ها فتوسنتز را نوعی تنفس تلقی می‌کردند. پاسخ‌های معمول این بود: «گیاهان در طول شب نفس می‌کشند و در طول روز فتوسنتزمی کنند؛ که همچنین یک روند تنفس است» و «در طول روز گیاهان کربن دی‌اکسید جذب می‌کنند و اکسیژن پس می‌دهند؛ این تنفس آن‌ها است. در شب این فرآیندها معکوس می‌شود»؛ بنابراین برخی از دانش‌آموزان فکر می‌کردند که فتوسنتز تنفس معکوس است. بقیه دانش‌آموزان، اصلاً نمی‌دانستند که گیاهان نیز تنفس می‌کنند. این نتایج نشان می‌دهد که دانش‌آموزان سعی می‌کنند دیدگاه منسجم و منطقی (به شیوه خود) از جهان، با توجه به دانش محدودی که دارند، داشته باشند. این دیدگاه از جهان، لزوماً با دیدگاهی آموزگارانشان که قصد انتقال آن رادارند، یکسان نیست (Driver et al., ۲۰۱۴).

مشکل در درک اکوسیستم: چرخه اکسیژن: درک دانش‌آموزان از نقش فتوسنتز در چرخه اکسیژن با چند سؤال بررسی شد:

الف) هر موجود زنده (ازجمله خود ما) از اکسیژن استفاده می‌کند. چگونه است که اکسیژن هرگز تمام نمی‌شود؟

ب) چرا پارک‌ها به‌عنوان «ریه‌های سبز» شهر نامیده می‌شوند؟

ج) آیا حیوانات قادر به زندگی در دنیای بدون گیاه هستند؟ (این مشکل از دو جنبه قابل‌بررسی است: یکی مربوط به اکسیژن و دیگری به غذا است. از دانش‌آموزانی که فقط به یک جنبه توجه داشتند، به‌طور خاص درباره مورد دیگر سؤال می‌شد).

د) چرا گفته می‌شود که زندگی موجودات زنده وابسته به نور خورشید است؟

جدول ۲ نشان‌دهنده درصد دانش‌آموزانی است که پاسخ دادند گیاهان طی فرآیند فتوسنتز، اکسیژن آزاد می‌کنند. بسیاری از آن‌ها می‌دانستند که ما و دیگر جانوران، اکسیژن مصرف می‌کنیم و گیاهان آن را از طریق فرایند فتوسنتز آزاد می‌کنند و بنابراین ادامه زندگی را برای ما ممکن می‌سازند. تنها حدود ۵۱ درصد از دانش‌آموزان می‌دانستند که پارک‌ها، اکسیژن شهرها را تأمین می‌کنند. علاوه بر این، تعداد کمی از دانش‌آموزان به این موضوع اشاره کرده بودند که درخت‌های موجود در پارک‌ها، کربن دی‌اکسید هوا را جذب می‌کنند. بسیاری از دانش‌آموزان فکر می‌کردند که نقش پارک‌ها در شهرها تنها برای ایجاد زیبایی است، یا اینکه هوا در پارک‌ها تازه و تمیز است چراکه آن‌ها دور از صنعت آلودگی هستند. دانش‌آموزانی نیز بودند که تصور می‌کردند گیاهان هوا را آلاینده‌هایی مانند دود و بخار تمیز می‌کند.

جدول ۲. درصد دانش‌آموزانی که آزاد شدن اکسیژن طی فتوسنتز را درک کرده‌اند

درصد پاسخ صحیح به سؤالات (به متن مراجعه نمایید)			
الف	ب	ج	د
۸۱,۶	۵۱,۳۹	۳۶,۴۱	۱۲,۱

در مورد این سؤال که احتمال دارد حیات حیوانی در یک جهان بدون گیاه وجود داشته باشد، تنها حدود ۳۶ درصد از دانش‌آموزان این موضوع را به دلیل عدم وجود اکسیژن دانسته‌اند. در مورد خورشید به‌عنوان منشأ زندگی، تنها ۱۲,۱ درصد از دانش‌آموزان، اهمیت خورشید در زنجیره‌های غذایی را می‌دانستند. این نتایج نشان می‌دهند که دانش‌آموزان اطلاعاتی در مورد چرخه اکسیژن دارند، اما در استفاده از این دانش در حل مسائلی که به‌طور مستقیم با وضعیت یادگیری مرتبط نیست، مشکل‌دارند.

تولیدکنندگی و زنجیره غذایی: این موضوع توسط سؤالات زیر مورد آزمایش قرار گرفت: گیاهان چه موادی را از محیط خود جذب می‌کنند تا بدن خود را بسازند؟ آیا جانوران قادر به زندگی در دنیای بدون گیاه هستند؟ تفاوت اصلی بین گیاهان و جانوران در چیست؟ چرا گفته می‌شود که خورشید منشأ حیات است؟

از جدول ۳ به نظر می‌رسد که بیشتر دانش‌آموزان می‌دانستند که گیاهان آب را از خاک جذب می‌کنند. بیشتر دانش‌آموزان این موضوع را می‌دانستند که گیاهان کربن دی‌اکسید را از هوا جذب می‌کنند.

تقریباً ۴۳ درصد از دانش‌آموزان، منبع انرژی گیاهان را نور خورشید می‌دانستند. وقتی از آن‌ها پرسیده شد که آیا نور خورشید یک ماده است، اکثر آن‌ها گفتند که این‌طور نیست، اما تصور ما از آنچه گفته شد این بود که آن‌ها فکر می‌کردند که نور خورشید توسط گیاه جذب‌شده و سپس به ماده تبدیل می‌شود. ۱۲,۱ درصد از دانش‌آموزان علاوه بر کربن دی‌اکسید، اکسیژن را نیز به‌عنوان یکی از مواد جذب‌شده توسط گیاهان به‌منظور ساخت بدن خود

جدول ۳. درصد پاسخ دانش‌آموزان در مورد مواد جذب‌شده توسط گیاهان از محیط

آب	کربن دی‌اکسید	انرژی نورانی خورشید	اکسیژن	املاح معدنی	مواد آلی آماده داخل خاک
۶۹,۵۴	۶۲,۹	۴۲,۹	۱۲,۱	۳۳,۶۶	۳۹,۳

ذکر کردند. این نشان می‌دهد که آن‌ها، یک‌بار دیگر آن‌ها مفاهیم تنفس و فتوسنتز را با هم اشتباه گرفته‌اند. یک‌سوم دانش‌آموزان، املاح یا مواد معدنی را به‌عنوان موادی که توسط گیاهان جذب می‌شوند، ذکر کردند، اگرچه اکثر آن‌ها قادر به معرفی نمونه‌ای از این ملاح نبودند. شگفت‌آور این بود که ۳۹,۳ درصد از دانش‌آموزان ادعا می‌کردند که گیاهان مواد آلی یا مواد غذایی (مانند گلوکز یا نشاسته) را از خاک جذب می‌کنند. ممکن است برخی از دانش‌آموزانی که به جذب مواد آلی اشاره‌کرده‌اند، منظورشان کودهای آلی بوده باشد.

در مورد سؤال دوم («آیا جانوران قادر به زندگی در یک جهان بدون گیاه هستند؟») اکثر دانش‌آموزان به‌طور مستقیم می‌دانستند که جانوران نمی‌توانند در چنین دنیایی وجود داشته باشند و می‌دانستند که گیاهان می‌توانند در دنیای فاقد جانور زندگی کنند؛ اما ظاهراً این دانش، درک روشنی از رابطه بین گیاهان به‌عنوان تولیدکنندگان و حیوانات به‌عنوان مصرف‌کننده را نشان نمی‌دهد. با درک اینکه بسیاری از حیوانات به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم از گیاهان تغذیه می‌کنند، می‌توان نتیجه گرفت که حیوانات در دنیای فاقد گیاه قادر به زندگی نیستند. جالب‌توجه است، تعداد کمی از دانش‌آموزان تصور می‌کردند که گوشت‌خواران می‌توانند در چنین جهانی حضورداشته باشند، درصورتی‌که شکار آن‌ها به‌سرعت تکثیر شوند. بااین‌حال، تعداد کمی از دانش‌آموزانی که می‌گفتند گیاهان تولیدکننده‌اند، نمی‌توانستند توضیح دهند چه چیزی را تولید می‌کنند و چگونه؟

سؤال سوم برای آزمایش دانش‌آموزان در مورد تفاوت‌های گیاهان و جانوران بود. تنها تعداد کمی از دانش‌آموزان روش تغذیه را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تفاوت‌های بین گیاهان و جانوران، ذکر کردند. آن‌ها گفتند که گیاهان مواد غذایی خود را تولید می‌کنند. سؤال چهارم این بود: چرا گفته می‌شود که خورشید منشأ حیات است؟ برخی دانش‌آموزان، مثال‌هایی از مواد غذایی (شکر، نشاسته، تولیدکنندگان مواد غذایی و ...) که وابسته به نور تولید می‌شوند را مطرح کردند.

نتیجه‌گیری

منشأ مشکلات دانش‌آموزان در درک فتوسنتز، می‌تواند با عوامل روان‌شناختی و یا برنامه درسی مرتبط باشد. مشکل مرتبط با روانشناسی به این دلیل است که ظاهراً، دانش‌آموزان در این سن، تمایل دارند انسان را به‌عنوان «مرکز خلقت» در نظر بگیرند و فرض کنند که انسان کنترل کامل بر محیط خود دارد. پذیرفتن این واقعیت که زندگی انسان‌ها وابسته به گیاهان است، برای آن‌ها دشوار است.

و مشکل مرتبط با برنامه درسی نیز احتمالاً با این موضوع مربوط باشد که دانش‌آموزان اطلاعات زیادی در مورد فتوسنتز داشتند اما جزئیات این پدیده را نمی‌دانستند.

با توجه به مطالعات ما، دو احتمال در ارتباط با آموزش فتوسنتز در دوره ابتدایی وجود دارد: رها کردن آموزش این موضوع در این سن و یا تغییر روش آموزش آن. به دلیل اهمیت درک فتوسنتز در فهم اولیه از عملکرد جهان، نمی‌توان تدریس آن را در این رده سنی رها کرد؛ در عوض، پیدا کردن راه‌های بهتر آموزش آن مناسب‌تر خواهد بود.

با توجه به نگرش برنامه درسی، این مطالعه چندین مشکل و بدفهمی مرتبط با فتوسنتز؛ و بدفهمی برخی از آنها در ادراک فتوسنتز به‌عنوان یک نوع تنفس بود. ازآنجاکه این دو فرآیند زیستی مرتبط با یکدیگر هستند، پیشنهاد می‌شود در برنامه‌ریزی جدید درسی، تنفس و فتوسنتز را به‌عنوان دو فرآیند زیستی که در کنار هم؛ اما با واکنش‌های معکوس قرار می‌گیرند را با استفاده از نقشه های مفهومی ترسیم نمود؛ به‌طوری که، به دانش‌آموزان آموزش داده شود که فتوسنتز فراهم‌کننده بستر تنفس است.

همچنین، پیشنهاد می‌شود، توسعه‌دهندگان برنامه آموزشی دروس علوم، اصول اولیه تدریس فتوسنتز را با در نظر گرفتن موارد زیر طراحی و پایه‌گذاری کنند:

تاکید بیشتر بر اهمیت بررسی ساختار و عملکرد گیاهان؛ فراهم کردن زمینه در درک مباحث مربوط به شیمی فتوسنتز (مولکول‌ها و عناصر درگیر در فتوسنتز و درجه اهمیت هریک)؛ معرفی منابع انرژی دیگری که می توانند جایگزین انرژی خورشیدی برای تامین انرژی موردنیاز فرآیند فتوسنتز باشند؛ و فراهم کردن بستری که دانش‌آموزان ابتدایی بتوانند با جانداران دیگری که توانایی فتوسنتز دارند (علاوه بر گیاهان)، آشنا شوند.

اگرچه در این تحقیق، درک دانش‌آموزان از مفهوم انرژی را بررسی نکردیم، اما می‌دانیم که مفاهیم انرژی مربوط به فتوسنتز تنها در سطح بصری شناخته‌شده‌اند. شاید بتوان با استفاده از نمونه‌هایی از تغییر شکل‌های انرژی در زندگی روزمره، این درک بصری را بهبود بخشد. به‌هرحال مهم است که در برنامه‌های آموزشی، فرایندهای زیست‌محیطی روابط غذایی موجودات زنده، مورد تأکید قرار گیرند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

Amirdehi, Hadi Mosleh. (۲۱۱٦). Fourth grade science book content analysis from the perspective of active or inactive based on the model of William Roman. *Quarterly journal of education in basic sciences,* ۲(۳), ۲۸-۹۹ (persian).

Dikmenli, Musa, Cardak, Osman, & Oztas, Fulya. (۲۹۹۹). Conceptual Problems in Biology-Related Topics in Primary Science and Technology Textbooks in Turkey. *International Journal of Environmental and Science Education,* ٤(٤), ٤٢٩-٤٤٠.

Driver, Rosalind, Squires, Ann, Rushworth, Peter, & Wood-Robinson, Valerie. (۲۱۱٤). *Making sense of secondary science: Research into children's ideas*: Routledge.

Farrow, Steve. (۲۱۱۲). *The really useful science book: a framework of knowledge for primary teachers*: Routledge.

Fensham, Peter J, Gunstone, Richard F & ,White, Richard T. (۲۱۱۳). *The content of science: A constructivist approach to its teaching and learning*: Routledge.

Koocheki, A; Nassiri Mahallati, M (۲۹۹۹). Yield Monitoring for Wheat and Sugar beet in Khorasan Province: ۲- Estimation of Yield Gap. Iranian Journal of Field Crops Research, ۷۷, ۳۸-۵۵. (persian).

Lin, Chen-Yung, & Hu, Reping. (۲۰۰۳). Students' understanding of energy flow and matter cycling in the context of the food chain, photosynthesis, and respiration. *Int. J. Sci. Educ.*, ۲۵(۱۲), ۹۹۲۹-۵۵٤٤.

Luo, Yiqi, Medlyn, Belinda, Hui, Dafeng, Ellsworth, David, Reynolds, James, & Katul, Gabriel. (۲۱۱۱). Gross primary productivity in duke forest: modeling synthesis of CO ۲experiment and eddy–flux data. *Ecological Applications,* ۱۱(۱), ۲۳۹-۲۵۲.

Mikkilä-Erdmann, Mirjamaija. (۲۱۱۱). Improving conceptual change concerning photosynthesis through text design. *Learning and instruction,* ۱۱(۳), ۲٤۱-۲۷۷.

Nasution, Mustafa Kamal. (۲۱۱۸). STUDENT ASSESSMENT AND MISCONCEPTIONS OF PHOTOSYNTHESIS: A NOTION OF SHIFTING PERSPECTIVE. *Jurnal As-Salam,* ۲(۲), ۰۰٦-۱۱۲.

Naylor, Stuart, Keogh, Brenda, & Goldsworthy, Anne. (۲۱۱۳). *Active Assessment for Science: Thinking, Learning and Assessment in Science*: David Fulton Publishers.

Nobakht, Parinaz, Ebadi, Ali, Parmoon, Ghasem & ,Nickhah Bahrami, Rasol. (۲۹۹۹). Study role H۲O ۲in Photosynthetic pigments Peppermint (Mentha piperita L) on Water stress conditions. journal of plant process and function, ۷(۲۷), ۹۹-۳۰. (persian).

Nowak, Robert S, Ellsworth, David S, & Smith, Stanley D. (.(۲۰۰٤Functional responses of plants to elevated atmospheric CO۲–do photosynthetic and productivity data from FACE experiments support early predictions? *New phytologist,* ۱٦۲(۲), ۲۵۳-۲۸۰.

O'Connell, Dan. (۲۰۰۸). An inquiry-based approach to teaching photosynthesis & cellular respiration. *The American Biology Teacher,* ۰۰(٦), ۳۰۰-۳۷۷.

Orbanić, Nataša Dolenc, Dimec, Darja Skribe, & Cencič, Majda. (۲۱۱٦). THE EFFECTIVENESS OF A CONSTRUCTIVIST TEACHING MODEL ON STUDENTS'UNDERSTANDING OF PHOTOSYNTHESIS. *Journal of Baltic science education,* ٥٥(.(٥

Ort, Donald R, Merchant, Sabeeha S, Alric, Jean, Barkan, Alice, Blankenship, Robert E, Bock, Ralph, . . . Long, Stephen P. (۲٥٥٥). Redesigning photosynthesis to sustainably meet global food and bioenergy demand. *Proceedings of the national academy of sciences,* ۱۱۲(۲۸), ۸٥۲۹-٦٥۳٦.

Park, Soonhye, Suh, Jeekyung, & Seo, Kyungwoon. (۲۱۱۸). Development and validation of measures of secondary science teachers' PCK for teaching photosynthesis. *Research in Science Education,* ٤٨(٣), ٩٤٩-٧٧٣.

Ryoo, Kihyun, & Linn, Marcia C. (۲۱۱۲). Can dynamic visualizations improve middle school students' understanding of energy in photosynthesis? *Journal of Research in Science Teaching,* ٤٩(٢), ٢١٨-٢٤٣.

Södervik, Ilona, Mikkilä-Erdmann, Mirjamaija, & Vilppu, Henna. (۲۰۰٤). Promoting the understanding of photosynthesis among elementary school student teachers through text design. *Journal of Science Teacher Education,* ٢٥(٥), ١٨١-٦٠٠.

Stavy, Ruth. (۹۹۸۸). Students' understanding of photosynthesis .*The American Biology Teacher,* ٠٠(٤), ٢٠٨-٢١٢.

Stavy, Ruth, Eisen, Yehudit, & Yaakobi, Duba. (۷۷۸۷). How students aged ١٣- ٥٥understand photosynthesis. *International Journal of Science Education,* ٩(١), ٥٥٥-٥٥٥.

Summers, Mike, Kruger, Colin, Childs, Ann & ,Mant, Jenny. (۲۰۰۰). Primary school teachers' understanding of environmental issues: An interview study .

Wenhua, Su, & Guangfei, Zhang. (۲۰۰۳). Primary Study on Photosynthetic Characteristics of Dendrobium nobile [J]. *Journal of Chinese Medicinal Materials,* ٣.

Xu, Quanlong, Zhang, Liuyang, Yu, Jiaguo, Wageh, Swelm, Al-Ghamdi, Ahmed A, & Jaroniec, Mietek. (۲۱۱۸). Direct Z-scheme photocatalysts: principles, synthesis, and applications. *Materials Today* .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی