



پژوهش در آموزش علوم تجربی

شاپا الکترونیکی: ۳۱۱۵-۸۸۸۹

Home Page: <https://basicscience.cfu.ac.ir>



توسعه مهارت آموزش زیست‌شناسی با استفاده از جدول کلمات تخصصی مقاطع

حسین فراست^{*۱}

۱. گروه آموزش زیست‌شناسی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول: (H.Farast@cfu.ac.ir)

چکیده

اطلاعات مقاله

این مطالعه با هدف بررسی قابلیت اجرا و استفاده از جدول کلمات تخصصی مقاطع در آموزش مباحث زیست‌شناسی انجام شده است.

نوع مقاله:

مقاله پژوهشی

حجم گسترده مطالب و استفاده از کلمات تخصصی زیاد در محتوای مباحث زیست‌شناسی به عنوان یکی از چالش‌های بزرگ در یادگیری و یادسپاری به وسیله دانش‌آموزان و دانشجویان مطرح می‌شود. راهکار حل این چالش نیازمند به کارگیری مهارت‌هایی است که ضمن تقویت و گسترش دامنه لغات مورد استفاده در محتوای کتب، زمینه را برای مرور و یادسپاری آنها را فراهم کند.

تاریخچه مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۰۴/۲۱

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۴/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۰۵/۲۷

جامعه آماری این مطالعه مشتمل بر تمام محتوای کتب علوم تجربی دوره متوسطه اول و کتاب‌های زیست‌شناسی دوره متوسطه دوم می‌باشد. روش اجرای این پژوهش به صورت میدانی و با مشارکت ۶۰ نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی رشته آموزش زیست‌شناسی دانشگاه فرهنگیان انجام شد. هر کدام از افراد موضوعاتی از مباحث زیست‌شناسی را انتخاب و تنظیم جدول مقاطع همراه با طراحی سوالات برای تکمیل جدول بدون استفاده از نرم‌افزار را انجام دادند.

کلیدواژه‌ها:

آموزش،

زیست‌شناسی،

جدول،

کلمات مقاطع،

یادگیری.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که محتوای آموزشی کتاب‌های زیست‌شناسی قابلیت تبدیل و ساخت و استفاده از انواع جدول کلمات تخصصی (شامل جداول کلمات تخصصی منظم، جداول کلمات تخصصی غیر منظم و جداول کلمات تخصصی رمزدار) به صورت موضوعی یا مرور از مباحث مختلف را دارد و با توجه به خلاقیت معلم، آموزش زیست‌شناسی به این روش می‌تواند جهت ارزشیابی، مرور و یا نوعی بازی هدفمند در محیط کلاس انجام شود. مهم‌ترین کارکرد استفاده از جدول کلمات تخصصی این است که می‌تواند با ارتباطی که بین اطلاعات جدید و اطلاعات قدیم برقرار می‌شود، زمینه تشکیل حلقه‌های مغزی را فراهم نموده و یادسپاری مطالب جدید را تسهیل نماید.

استناد: فراست، حسین (۱۴۰۴). توسعه مهارت آموزش زیست‌شناسی با استفاده از جدول مقاطع کلمات تخصصی مقاطع. پژوهش در آموزش علوم تجربی، ۱۲ (۴۳)،

۳۲-۴۹.

doi: <http://doi.org/10.48310/basic.2026.23754.1621>



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه فرهنگیان.

۱. مقدمه

آموزش زیست‌شناسی به عنوان یکی از علوم پایه، نقش اساسی در ارتقای سواد علمی، پرورش تفکر انتقادی و شکل‌دهی نگرش علمی در دانش‌آموزان دارد (نهم و اسکونفلد^۱، ۲۰۲۱). با این حال، پیچیدگی مفاهیم زیستی و واژگان تخصصی این حوزه، همواره یکی از چالش‌های عمده در فرایند یادگیری و تدریس آن به شمار می‌رود (سایمر^۲، ۲۰۱۲). از این‌رو، نیاز به روش‌های نوآورانه برای ارتقای درک مفهومی و حفظ طولانی‌مدت اطلاعات در آموزش زیست‌شناسی بیش از پیش احساس می‌شود (بی^۳، ۲۰۲۰).

در سال‌های اخیر، به‌کارگیری ابزارهای تعاملی و بازی‌محور در آموزش علوم به عنوان رویکردی مؤثر در بهبود انگیزش یادگیری و ارتقای مهارت‌های شناختی دانش‌آموزان مطرح شده است (وایتون^۴، ۲۰۱۸؛ گی^۵، ۲۰۱۷). یکی از این ابزارها، استفاده از جدول متقاطع کلمات^۶ است که با تکیه بر واژگان کلیدی و مفاهیم درسی، فراگیران را به بازشناسی، یادآوری و ارتباط‌دهی مفاهیم علمی ترغیب می‌کند (چایلدز^۷، ۲۰۱۶). جدول کلمات متقاطع از کلماتی تشکیل می‌شود که به شکل حرف به حرف در آن قرار دارد. البته به طور عمد بعضی از خانه‌های آن خالی هستند و باید توسط کسی که حل می‌کند پر شود. این کلمات به وسیله خانه‌های سیاه از هم جدا می‌شوند. البته نوعی سرگرمی نیز بحساب می‌آید و یکی از بهترین روش‌های تقویت حافظه است. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که طراحی و به‌کارگیری جدول‌های متقاطع در آموزش علوم می‌تواند موجب بهبود درک مفهومی، افزایش توجه و تمرکز، و تقویت حافظه واژگانی دانش‌آموزان شود (ساری و سوریانینس^۸، ۲۰۲۰؛ میشل^۹، ۲۰۱۹).

به‌طور خاص، در آموزش زیست‌شناسی، استفاده از جدول‌های متقاطع کلمات تخصصی می‌تواند به عنوان ابزاری برای توسعه مهارت‌های زبانی، شناختی و تحلیلی مورد استفاده قرار گیرد. این جدول‌ها نه تنها موجب مرور فعالانه مفاهیم کلیدی می‌شوند، بلکه در قالبی جذاب و چالش‌برانگیز، فرصت یادگیری مشارکتی و خودارزیابی را نیز فراهم می‌سازند (پرولکس^{۱۰} و همکاران، ۲۰۲۱). بنابراین، طراحی و ارزیابی اثرات آموزشی جدول‌های متقاطع کلمات تخصصی می‌تواند گامی مؤثر در توسعه مهارت آموزش زیست‌شناسی و ارتقای کیفیت یادگیری در این حوزه باشد.

هدف پژوهش حاضر، استخراج کلمات تخصصی زیست‌شناسی از محتوای کتب درسی، بررسی قابلیت ساخت و استفاده از جدول متقاطع مرتبط با کلمات تخصصی زیست‌شناسی در آموزش مفاهیم زیست‌شناسی، تأثیر ایجاد انگیزه و نگرش دانش‌آموزان نسبت به درس زیست‌شناسی و ارائه مدل آموزشی مبتنی بر جدول متقاطع برای ارتقای یادگیری فعال در آموزش زیست‌شناسی است. این مطالعه در پی آن است که ضمن تبیین مبانی نظری و آموزشی این روش، تأثیر آن بر درک مفهومی و افزایش انگیزه در یادگیری فراگیران را تحلیل نماید.

۲. پیشینه پژوهش

مطالعات متعددی به تأثیر ابزارهای تعاملی بر بهبود یادگیری علوم پرداخته‌اند. برای مثال، فوریو و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی با عنوان "یادگیری مینی بر بازی در آموزش علوم" نشان دادند که یادگیری مبتنی بر بازی، موجب بهبود قابل ملاحظه‌ای در انگیزه و عملکرد تحصیلی دانش‌آموزان می‌شود. همچنین، سیکک و بایداس^{۱۱} (۲۰۲۰) بیان کردند که استفاده از

¹ Nehm & Schonfeld

² Cimer

³ Bybee

⁴ Whitton

⁵ Gee

⁶ Crossword Puzzle

⁷ Childers

⁸ Sari & Suryaningsih

⁹ Michael

¹⁰ Proulx et al

¹¹ Baydas & Cicek

جدول متقاطع در آموزش علوم زیستی، منجر به تقویت یادگیری مفهومی و افزایش تعامل دانش‌آموز با محتوا می‌شود. در پژوهشی دیگر، اراویواتناکل^۱ (۲۰۱۳) اثربخشی جدول متقاطع را در آموزش واژگان انگلیسی بررسی کرد و نتیجه گرفت که دانشجویانی که از جدول متقاطع استفاده کردند، تسلط بیشتری بر واژگان تخصصی داشتند.

در ایران نیز میرزایی و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند که ادغام بازی‌های آموزشی در کلاس زیست‌شناسی موجب افزایش علاقه و مشارکت دانش‌آموزان شد. با وجود این یافته‌ها، مطالعاتی که به طور خاص به طراحی و استفاده از جدول متقاطع واژگان تخصصی زیست‌شناسی برای توسعه مهارت آموزش این درس پرداخته باشند، محدود است؛ بنابراین، انجام پژوهش حاضر می‌تواند این خلاء موجود را پر کند.

بیان مسئله

یکی از چالش‌های اصلی در آموزش زیست‌شناسی، دشواری درک و به‌خاطر سپردن واژگان تخصصی و مفاهیم پیچیده آن است. زبان علمی زیست‌شناسی به‌دلیل اصطلاحات لاتین و یونانی، موجب بروز مشکلاتی در فرایند یادگیری می‌شود (میلر، ۲۰۲۰). در نظام آموزشی سنتی، انتقال مفاهیم بیشتر بر اساس سخنرانی معلم و حفظ مطالب صورت می‌گیرد، در حالی که پژوهش‌های جدید نشان داده‌اند که یادگیری فعال و مبتنی بر بازی‌های آموزشی، موجب تقویت درک مفهومی و ماندگاری یادگیری می‌گردد (پاورز و اسمیت^۲، ۲۰۲۱).

جدول متقاطع به عنوان یکی از ابزارهای تعاملی آموزشی، توانایی فعال‌سازی حافظه بلندمدت و افزایش درگیری ذهنی دانش‌آموزان با محتوا را دارد. در آموزش زیست‌شناسی، طراحی جدول متقاطع با محوریت واژگان تخصصی، می‌تواند موجب ارتقای مهارت‌های شناختی، زبان تخصصی، و درک مفهومی گردد (فوریو^۳ و همکاران، ۲۰۱۹).

مسئله اصلی این پژوهش آن است که آیا استفاده از جدول متقاطع کلمات تخصصی می‌تواند به توسعه مهارت‌های آموزشی زیست‌شناسی (درک مفاهیم، به‌کارگیری واژگان، و انگیزش یادگیری) در میان دانش‌آموزان منجر شود؟

۳. روش شناسی پژوهش

روش به کار گرفته شده در این پژوهش از نوع میدانی است. به گونه ای که در درس تحلیل و بررسی کتب زیست شناسی در دانشگاه فرهنگیان فارس از ۶۰ نفر از دانشجویان مقطع کارشناسی در رشته آموزش زیست شناسی خواسته شد تا با توجه به علاقه خود یکی از فصول کتاب‌های علوم تجربی دوره اول متوسطه یا کتاب‌های زیست شناسی دوره متوسطه دوم را انتخاب کنند. سپس کلمات تخصصی زیست شناسی این مباحث را استخراج و با تاکید بر این اصلاحات و سایر اصلاحات تخصصی زیست شناسی جدولی از کلمات متقاطع را طراحی، شماره گذاری و طرح سوال کنند و از این جدول‌ها برای مرور درس، ارزشیابی تکوینی و یا پایانی استفاده نمایند.

۴. یافته‌های پژوهش

در بخش اول نتایج، مجموعه کلمات تخصصی در سه کتاب زیست شناسی دوره متوسطه دوم که می‌تواند در تنظیم و ساخت جداول متقاطع مورد استفاده قرار گیرد، استخراج و تنظیم شد که به دلیل حجم بالای این کلمات به صورت پیوست در انتهای این مقاله آورده شده است (پیوست ۱).

در بخش دوم نتایج تقسیم بندی و نمونه هایی از جداول متقاطع مربوط به مباحث کتب علوم تجربی دوره متوسطه اول و مباحث کتب زیست شناسی دوره متوسطه دوم ارائه شده است.

¹ Orawiwatnakul

² Powers & Smith

³ Furió et al

۱- **جدول متقاطع منتظم:** این جدول مباحث مختلف و کلمات تخصصی از کتب زیست شناسی در مقاطع مختلف را در برمی گیرد و ارزش بالایی در مرور مباحث با حجم محتوای بالا را خواهد داشت.

الف: بدون تفکیک سوالات افقی و عمودی: در این حالت همه سوالات پشت سر هم آورده می شود و اضافه شدن پاسخ در جدول به صورت (ا) یا (ع) در کنار شماره جدول ثبت می شود.

	۲ (ع)								۴ (ع)	
۱ (ا)	ر	ی	ب	و	ز	و	م	ر	۱۸ (ع)	
	ن	۷ (ع)			۱۱ (ع)		۵ (ا)	ر	م	ز
۳ (ا)	ا	ن	ز	ی	م				ز	ا
		ف		۶ (ا)	ی	ا	خ	ت	ه	ل
۸ (ا)	ب	ر	گ		ا		۱۴ (ع)			ی
	۱۲ (ع)	و	۱۳ (ا)	م	ن	ن	ژ			۱۰ (ع)
۹ (ا)	د	ن	ا		ه		ن			م
	ی					۱۵ (ا)	گ	ل	ژ	ی
	س			۱۶ (ا)	ن	خ	ا	ع		و
۱۷ (ا)	ک	ر	ب	س			ن			ز

شکل ۱: جدول متقاطع منتظم، از کلمات تخصصی کتب زیست شناسی در مقاطع مختلف. سوالات: ۱: اندام موثر در پروتیین سازی. ۲: رشته نوکلئوتیدی ساخته شده از روی دنا. ۳: ماده کاهش دهنده انرژی فعال سازی. ۴: نام دیگر کدون. ۵: توالی سه نوکلئوتیدی در دنا. ۶: واحد بنیادی ساختاری و عملکردی موجودات زنده. ۷: واحد تشکیل دهنده ادرار در کلیه. ۸: از اجزای فتوسنتز کننده اکثر گیاهان. ۹: ذخیره کننده اطلاعات در هسته. ۱۰: نام دیگر کاستمان. ۱۱: بخش حذف شده رونوشت دنا. ۱۲: دنا مجزا در باکتری. ۱۳: پرده محافظت کننده از مغز. ۱۴: مجموع اطلاعات ژنتیکی یک یاخته. ۱۵: محل ترشح انرژی در یاخته. ۱۶: طناب عصبی درون یتون مهره ها. ۱۷: چرخه تولید کننده NADH و FADH₂. ۱۸: نوعی صفت ارثی مغلوب اتوزومال. خانه ها با علامت (ا) به صورت افقی از راست به چپ پر شود. و خانه ها با علامت (ع) به صورت عمودی از بالا به پایین پر شود.

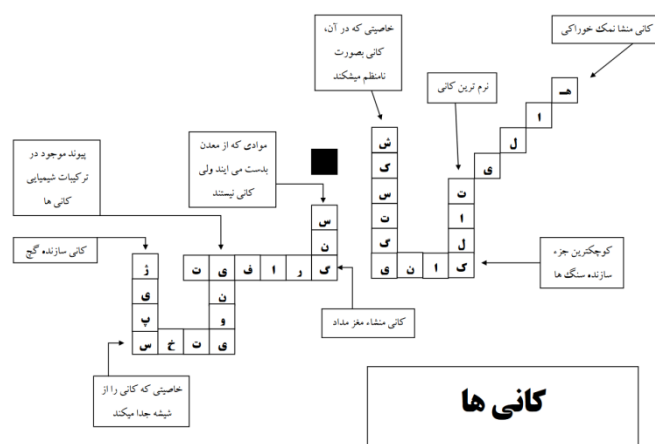
ب: با تفکیک سوالات افقی و عمودی: که در آن سوالات به دو گروه افقی و عمودی تقسیم می شوند. در زیر جدول متقاطع مرووری از مباحث کتاب های زیست شناسی دوره متوسطه دوم آورده شده است.

	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱
۱						ز	ل	و	ل	س
۲		ن	و	ر	ف	ن				ا
۳	ک					ب		ا		ق
۴	ر			ن	ز	و		س		ه
۵	و		ب			ر		م	د	
۶	م	س	ا	ل	پ		پ			ا
۷	و		ف			ن	و	ر	و	ن
۸	ز	و	ت	ی	م		س			ز
۹	و					ه	ت	خ	ا	ی
۱۰	م	ا	د	ن	ا		ه			م

شکل ۲: جدول متقاطع منتظم، از کلمات تخصصی کتب زیست شناسی در مقاطع مختلف. سوالات افقی: ۱- یکی از اجزای اصلی ساختار گیاهان ۲- ساختاری میکروسکوپی و واحد عملکردی کلیه ۴- نیرویی که از طرف زمین به ما وارد میشود و در محاسبه بی ام آی نقش دارد ۵- عمل ورود هوای موجود در خارج از دستگاه تنفسی به درون آن ۶- مایعی که تمام فضای سلول را پر میکند. ۷- سلول عصبی که واحد اصلی سازنده سیستم عصبی است. ۸- یکی از مراحل چرخه سلولی که یک هسته به دو هسته مشابه تکثیر میشود ۹- واحد اصلی ساختاری و زیستی همه موجودات زنده شناخته شده است ۱۰- مجموعه ای از بافت های موجود در بدن جانداران پسرلولی که وظیفه کار و هماهنگی را بر عهده دارند. سوالات عمودی: ۱- الف: بخشی از گیاه است که معمولاً به صورت عمودی و بیرون از خاک قرار دارد ب: نوعی پروتئین که در بدن به عنوان کاتالیزور عمل میکند ۳- یک بیماری التهابی طولانی مدت راه های هوایی ریه است ۴- لایه بیرونی یک ساقه یا ریشه در یک گیاه آوندی است ۵- جاندارای دارای چشم های مرکب که برای دیدن اشکال و رنگ ها از پرتو فرا بنفش استفاده می کنند. ۸- در جانداران پریاخته وقتی تعدادی یاخته هم کار و مشابه کنار قرار میگیرند بافت را تشکیل میدهند ۱۰- ساختارهای بزرگ درهم پیچیده ای از دنا هستند که در سلول های بدن وجود دارند.

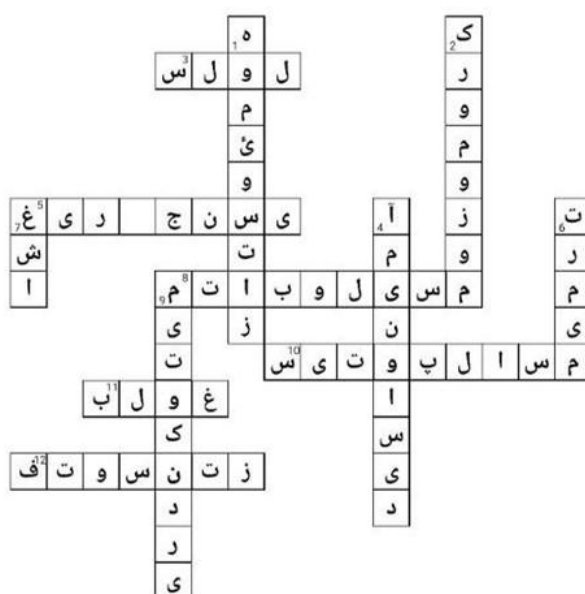
۲- **جدول متقاطع غیر منتظم:** این نوع جدول در انتهای تدریس از مباحث خاص یک جلسه یا ترکیبی از مباحث، طراحی می شود. این جداول می تواند بر اساس نام فصل طراحی شود تا ضمن یاد آوری عنوان و هدف کلی آموزش، ارزشیابی تکوینی از کلمات و مباحث آموخته شده را در بر گیرد. در زیر دو نمونه از جداول متقاطع آورده شده است.

الف: طراحی به صورت یک عنوان خاص:



شکل ۳: جدول متقاطع غیر منتظم، مربوط به مبحث کانی ها از کتب علوم تجربی دوره متوسطه.

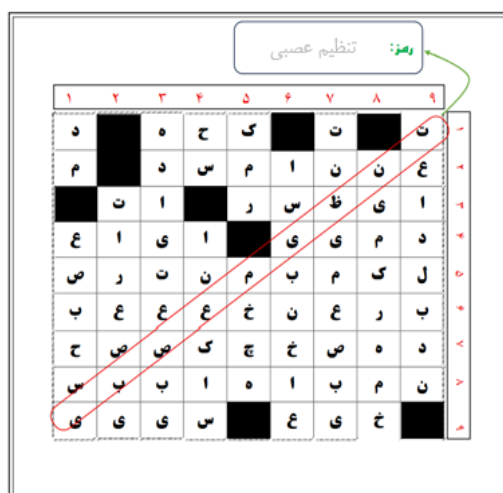
ب: طراحی بدون اشاره به یک عنوان خاص:



شکل ۴: جدول متقاطع غیر منتظم، از کلمات تخصصی کتب زیست شناسی در مقاطع مختلف. عمودی: ۱. فرآیند حفظ پایداری محیط داخلی بدن موجود زنده (۹ حرفی). ۲. رشته‌های حامل اطلاعات ژنتیکی که درون هسته سلول یافت می‌شوند (۸ حرفی). ۴. واحد سازنده پروتئین‌ها (۹ حرفی). ۶. به معنی بازسازی یک بافت یا اندام آسیب دیده یا از دست رفته (۵ حرفی). ۷. پرده‌ای که اطراف سلول را احاطه کرده و تبادل مواد را کنترل می‌کند (۳ حرفی). ۹. اندامی که در سلول که مسئول تولید انرژی است (۹ حرفی). ۱۰. واحد اصلی و بنیادی ساختاری و عملکردی همه موجودات زنده (۴ حرفی). ۱۱. یک سیستم تولید مثل که در آن فرزندان از یک والد به وجود می‌آیند و از نظر ژنتیکی یکسان هستند (۸ حرفی). ۱۲. مجموعه تمام واکنش‌های شیمیایی که در یک موجود زنده برای حفظ حیات و می‌دهد (۹ حرفی). ۱۳. مایع موجود در داخل سلول که اندامک‌ها در آن شناورند (۹ حرفی). ۱۴. مرحله از رشد یک موجود زنده (۴ حرفی). ۱۵. فرآیندی که در گیاه‌ها با استفاده از نور، آب و دی اکسید کربن گل‌وکر تولید می‌شود (۷ حرفی).

۳- جدول متقاطع رمز دار: در این نوع جداول ضمن استفاده از کلمات تخصصی و دارا بودن ویژگی کلی سایر جداول، فراگیر را مکلف می کند رمزی از کلمات تخصصی را در جهتی غیر از آنچه در سوالات مطرح می شود را از جدول استخراج کند. در زیر دو نمونه از جداول متقاطع رمز دار آورده شده است.

الف: جدول متقاطع رمزدار مربوط به مبحث تنظیم عصبی، که رمز آن در قطر داخلی جدول مشخص شده است.



شکل ۵: جدول متقاطع رمزدار مربوط به مبحث تنظیم عصبی از کتاب زیست شناسی یازدهم تجربی. جدول باید در ستون های عمودی تکمیل گردد. ۱- الف: وارد کردن هوا به شش ها. ب: نورونی که پیام را به مراکز عصبی می برد. ۲- به دارینه ها یا آسه های بلند می گویند. ۳- جایجایی پیام عصبی در یک نورون ۴- الف: مفرد حواس. ب: واکنش غیر ارادی. ۵- الف: بخشی از ستون مهره. ب: مرکز کنترل تعادل بدن. ۶- استفاد از کمربند و کلاه ایمنی باعث جلوگیری از نوعی آسیب می شود. ۷- از انواع تنظیمات بدن. ۸- بیشترین حجم مغز. ۹- مخچه باعث حفظ می شود.

ب: جدول متقاطع رمزدار مربوط به مباحث مختلف از کتب زیست شناسی دوره متوسطه دوم، که رمز آن به صورت پرننگ مشخص شده است.



شکل ۶: جدول متقاطع رمزدار از کلمات تخصصی کتب زیست شناسی در مقاطع مختلف. جدول به صورت افقی تکمیل می شود. ۱) دنباله ای از مولکول ها که در انتقال الکترون نقش دارند (۶ حرف). ۲) بخشی از مغز که در حافظه و یادگیری نقش دارد (۸ حرف). ۳) محل زندگی یک گونه یا جمعیت (۷ حرف). ۴) پروتئین های کروی که DNA دور آن ها پیچیده میشود و کروماتین را شکل می دهد (۶ حرف). ۵) نوعی جهشی که قسمتی از یک کروموزوم به کروموزوم همتا جا به جا شود آنگاه در کروموزوم همتا از آن دو نسخه وجود داشته باشد (۹ حرف). ۶) به مواد آلی که به آنزیم ها کمک می کنند (۷ حرف). ۷) آنزیم های موثر در عمل رونویسی (۱۰ حرف). ۸) بخشی از سبزدیسه و محل انجام چرخه کالوین (۵ حرف). ۹) موجودات زنده به غیر از باکتری ها (۸ حرف).

۵. بحث

یافته‌های پژوهش حاضر نشان داد که استفاده از جدول متقاطع کلمات تخصصی در فرایند آموزش زیست‌شناسی می‌تواند موجب افزایش درک مفاهیم علمی، تقویت حافظه بلندمدت واژگان تخصصی و ارتقای انگیزش یادگیری دانش‌آموزان شود. این نتایج نشان می‌دهد که جدول‌های متقاطع نه تنها ابزارهای سرگرم‌کننده‌ای هستند، بلکه با تحریک پردازش شناختی عمیق و ایجاد ارتباط میان مفاهیم، به تثبیت دانش زیست‌شناسی کمک می‌کنند (آندرسون و کراتوئل^۱، ۲۰۰۱).

به لحاظ نظری، یافته‌ها با اصول نظریه‌ی سازنده‌گرایی هم‌خوان است؛ زیرا یادگیرنده در فرایند حل جدول متقاطع، به ساخت فعال معنا و بازسازی دانش می‌پردازد (ویگوتسکی^۲، ۱۹۷۸؛ پیاگت^۳، ۱۹۷۳). این نوع فعالیت‌های مبتنی بر بازی و چالش، فرایند یادگیری را از حالت انفعالی به تجربه‌ای تعاملی و خودانگیخته تبدیل می‌کند. همچنین، نتایج این مطالعه با پژوهش‌های پیشین در زمینه یادگیری مبتنی بر بازی و آموزش علوم همسو است که نشان داده‌اند فعالیت‌های بازی‌محور می‌توانند موجب افزایش علاقه‌مندی، خودکارآمدی و یادگیری پایدار در دانش‌آموزان شوند (پاپاسترژیو^۴، ۲۰۰۹؛ گی، ۲۰۰۳).

از دیدگاه کاربردی، جدول‌های متقاطع را می‌توان به عنوان روشی مکمل در تدریس زیست‌شناسی به کار برد؛ به‌ویژه در بخش‌های مرور مفاهیم، ارزشیابی تکوینی و یادگیری خودراهن. این ابزار علاوه بر مرور واژگان تخصصی، به دانش‌آموزان کمک می‌کند تا روابط مفهومی میان اصطلاحات مختلف زیست‌شناسی را درک کنند و از این طریق، ساختار مفهومی خود را سازمان‌دهی نمایند (نواک و کاناس^۵، ۲۰۰۸). علاوه بر این، با افزایش جذابیت فرایند آموزش از طریق بازی‌وارسازی^۶، نگرش مثبت‌تری نسبت به درس زیست‌شناسی ایجاد می‌شود (دتردینگ^۷ و همکاران، ۲۰۱۱).

با این حال، باید به محدودیت‌های پژوهش نیز توجه داشت. نخست، جامعه آماری محدود و بازه زمانی کوتاه اجرای مداخله آموزشی، تعمیم نتایج را با احتیاط همراه می‌سازد. دوم، متغیرهای زمینه‌ای مانند تفاوت‌های فردی در سبک‌های یادگیری یا انگیزش ممکن است بر نتایج تأثیرگذار بوده باشند. از این رو، پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، تأثیر جدول‌های متقاطع در سطوح مختلف تحصیلی و در ترکیب با سایر روش‌های آموزشی فعال بررسی شود.

به‌طور کلی، نتایج پژوهش تأیید می‌کند که به‌کارگیری جدول متقاطع کلمات تخصصی رویکردی نوآورانه در آموزش زیست‌شناسی است که ضمن افزایش عمق یادگیری، به پرورش تفکر مفهومی و مهارت‌های شناختی فراگیران کمک می‌کند. این روش می‌تواند به عنوان الگویی مؤثر برای طراحی فعالیت‌های یادگیری فعال در سایر حوزه‌های علوم نیز مورد استفاده قرار گیرد.

¹ Anderson & Krathwohl

² Vygotsky

³ Piaget

⁴ Papastergiou

⁵ Novak & Canas

⁶ Gamification

⁷ Deterding et al

۶. منابع

میرزایی، س.، احمدی، م.، و رستمی، ن. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر بازی‌های آموزشی بر انگیزش یادگیری درس زیست‌شناسی. فصلنامه نوآوری در آموزش علوم، ۸(۲)، ۴۵-۵۸.

Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman.

Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011, September). From game design elements to gamefulness: Defining "gamification." In Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference (pp. 9-15). ACM.

Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. Palgrave Macmillan.

Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them. Technical Report IHMC CmapTools 2006-01 Rev 01-2008, Florida Institute for Human and Machine Cognition.

Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. Computers & Education, 52(1), 1-12.

Piaget, J. (1973). To understand is to invent: The future of education. Grossman.

Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.

Baydas, O., & Cicek, M. (2020). The use of crossword puzzles as an educational tool in biology learning. Journal of Biological Education, 54(3), 345-358.

Furió, D., Juan, M. C., Seguí, I., & Vivó, R. (2019). Mobile learning vs. game-based learning in science education. Computers & Education, 69, 63-80.

Miller, J. (2020). Teaching biology vocabulary through contextual learning strategies. Science Education Review, 19(2), 112-126.

Orawiwnakul, W. (2013). Crossword puzzles as a learning tool for vocabulary development. English Language Teaching, 6(9), 85-91.

Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. Journal of Educational Psychology, 82(1), 33-40.

Bybee, R. W. (2020). Science education for contemporary society: Problems, issues, and solutions. Springer.

Childers, C. (2016). Crossword puzzles as an active learning tool in science education. Journal of College Science Teaching, 45(5), 62-68.

Çimer, A. (2012). What makes biology learning difficult and effective: Students' views. Educational Research and Reviews, 7(3), 61-71.

Gee, J. P. (2017). Teaching, learning, literacy in our high-risk high-tech world. Teachers College Press.

Michael, J. (2019). Active learning in science: Revisiting the evidence. Advances in Physiology Education, 43(2), 162-166.

Nehm, R. H., & Schonfeld, I. S. (2021). *Biology education research: Building a knowledge base*. Cambridge University Press.

Proulx, J., Chevrier, M., & Miranda, E. (2021). Engaging students with word puzzles in science classes: Learning by playing. *Science Education Review*, 20(1), 14–25.

Sari, N. L., & Suryaningsih, E. (2020). Crossword puzzle as learning media to improve students' science learning outcomes. *International Journal of Instruction*, 13(4), 371–386.

Whitton, N. (2018). *Playful learning: Tools, techniques, and tactics*. Routledge.

پیوست ۱

«اصطلاحات زیست‌شناسی استخراج‌شده از کتاب زیست‌شناسی (۱) پایه دهم»

فصل اول: زیست‌شناسی، محدوده علوم تجربی و مرزهای حیات

زیست‌شناسی، علوم تجربی، مرزهای حیات، موجودات زنده، موجودات غیرزنده، ویژگی‌های جانداران، سامانه، کل‌نگری، نگرش بین‌رشته‌ای، فناوری‌های نوین، فناوری اطلاعات و ارتباطات، مهندسی ژنتیک، ژن، اخلاق زیستی، سوء استفاده زیستی، سال‌های زیستی، غذای سالم و کافی، امنیت غذایی، حفاظت از بوم‌سازگان‌ها، ترمیم و بازسازی، خدمات بوم‌سازگان، تولیدکنندگی، انرژی‌های تجدیدپذیر، سوخت‌های زیستی، گازوئیل زیستی، سلامت و درمان بیماری، پزشکی شخصی، نانوفناوری، بیماری تحلیل شبکه چشم، شبکه چشم مصنوعی، حفاظت از تنوع زیستی، پیش‌دآوری، ابن‌هیشم، دنا (DNA)، دی‌ان‌ای.

فصل دوم: مولکول‌های زیستی و یاخته

مولکول‌های زیستی، کربوهیدرات‌ها، مونوساکارید، گلوکز، فروکتوز، ریبوز، دی‌ساکارید، ساکارز، مالتوز، الکتوز، پلی‌ساکارید، نشاسته، سلولز، گلیکوژن، لیپیدها، تری‌گلیسرید، فسفولیپید، پروتئین‌ها، نوکلئیک اسیدها، دنا (DNA)، یاخته، هسته، غشای هسته، منافذ هسته‌ای، سیتوپلاسم، اندامک‌ها، غشای یاخته‌ای، نفوذپذیری انتخابی، تراوایی نسبی، فسفولیپید، پروتئین غشایی، کلسترول، گلیکوپروتئین، گلیکولیپید، فرایندهای غشا: انتشار ساده، انتشار، شیب غلظت، انتشار تسهیل شده، اسمز، فشار اسمزی، انتقال فعال، آدنوزین تری فسفات (ATP)، آدنوزین دی فسفات (ADP)، درون‌بری (آندوسیتوز)، برون‌رانی (اکزوسیتوز)، بافت‌ها: بافت پوششی، غشای پایه، بافت پیوندی، بافت پیوندی سست، بافت پیوندی متراکم، بافت چربی، کالژن، رشته‌های کشسان، ماده زمینه‌ای، بافت ماهیچه‌ای (مخطط/اسکلتی، قلبی، صاف)، بافت عصبی، یاخته عصبی (نورون).

فصل سوم: گوارش و جذب مواد

ساختار و عملکرد لوله گوارش: دستگاه گوارش، لوله گوارش، بنداره (اسفنکتر)، بنداره انتهایی مری، بنداره پیلور، الیه‌های لوله گوارش (مخاطی، زیر مخاطی، ماهیچه‌ای، بیرونی)، صفاق، حرکات کرمی، حرکات قطعه‌قطعه‌کننده، گوارش مکانیکی، گوارش شیمیایی. گوارش در بخش‌های مختلف: دهان، غدد بزاقی، بزاق، آنزیم آمیلاز، موسین، گوارش نشاسته، بلع، حلق، مری، معده، چین‌خوردگی معده، شیره معده، کیموس، یاخته‌های پوششی معده، یاخته‌های اصلی، یاخته‌های کناری، کلریدریک اسید، پپسینوژن، پپسین، عامل داخلی معده، برگشت اسید معده (ریفالکس)، روده باریک، دوازدهه، صفرا، شیره روده، شیره لوزالمعده (پانکراس)، بیکربنات، آنزیم‌های گوارشی (پروتئاز، لیپاز، آمیلاز، نوکلئاز)، کافت آب (هیدرولیز)، روده بزرگ، آپاندیس، کولون، راست روده، مدفوع، دفع. جذب و تنظیم: جذب، پرز، ریزپرز، بیماری سلیاک، گلوتن، مویرگ خونی، می‌ورگ لنفی، لیپوک (لیپوپروتئین کم‌چگال)، لیپوپ (لیپوپروتئین پرچگال)، کبد، سیاهرگ باب، تنظیم عصبی (دستگاه عصبی خودمختار، شبکه‌های عصبی روده)، تنظیم هورمونی (سکرتین، گاسترین)، وزن مناسب، شاخص توده بدنی، چاقی، کبد چرب. تنوع گوارش در جانداران: کرم کدو، پارامسی، واکوئول گوارشی، کافنده‌تن (لیزوزوم)، حفره گوارشی (هیدر)، گوارش درون‌یاخته‌ای، گوارش برون‌یاخته‌ای، لوله گوارش (ملخ)، چینه‌دان، پیش‌معدۀ ملخ، سنگدان (پرندگان)، نشخوارکنندگان (گاو، گوسفند)، معده چهارقسمتی (سبیریایی، نگاری، هزارال، شیردان)، میکروب‌های نشخوارکننده.

فصل چهارم: تبادلات گازی

مفهوم تنفس: تنفس یاخته‌ای، اکسیژن، کربن‌دی‌اکسید، تنفس، آب، ATP، کربنیک اسید، هموگلوبین، کربن مونوکسید، یون بیکربنات، کربنیک انیدراز. دستگاه تنفس در انسان: بخش هادی، بخش مبادله‌ای، بینی، موهای بینی، مخاط مژک‌دار، حلق، حنجره، برچاکتای (اپی‌گلوت)، نای، حلقه‌های غضروفی، نایژه، نایژک، نایژک انتهایی، حبابک‌ها (آلوئول‌ها)، کیسه‌های حبابکی، یاخته‌های درشت‌خوار (ماکروفاژ)، عامل سطح‌فعال (سورفاکتانت)، مویرگ‌های خونی اطراف حبابک، غشای پایه مشترک. تهیه ششی و حجم‌ها: شش‌ها، میان‌بند (دیافرام)، ماهیچه‌های بین‌دنده‌ای، پرده جنب، مایع جنب، ویژگی کشسانی شش‌ها، دم، بازدم، دم‌سج (اسپرومتر)، دم‌نگاره (اسپروگرام)، حجم جاری، حجم ذخیره دمی، حجم ذخیره بازدمی، حجم باقی‌مانده، هوای مرده، ظرفیت حیاتی، ظرفیت تام ششی. سایر اعمال و تنظیم: تکلم، پرده‌های صوتی، سرفه، عطسه، سکسکه، خم‌بازه، تنظیم تنفس، مرکز تنفس در بصل‌النخاع، مرکز تنفس در پل مغز. تنفس در سایر جانداران: تنفس آبششی (ماهیان)، دوزیستان، ستاره دریایی، تنفس ششی (حزلون، مهره‌داران)، پمپ فشار مثبت (قورباغه)، پمپ فشار منفی (انسان)، دستگاه تنفسی پرندگان (کیسه‌های هوایی).

فصل پنجم: گردش مواد در بدن

قلب و رگ‌ها: قلب، سرخرگ‌ها، سیاهرگ‌ها، مویرگ‌ها، خون، گردش خون عمومی، گردش خون ششی، سرخرگ‌های تاجی (کرونی)، تصلب شرایین، لخته خون، سکتۀ قلبی، دریچه‌های قلب (دولختی، سه‌لختی، سینی)، صداها، قلب (پوم، تاک)، برون‌ده قلبی، حجم ضربه‌ای. ساختار قلب و شبکه هادی: درون‌شامه (اندوکارد)، ماهیچه قلب (میوکارد)، برون‌شامه (اپیکارد)، پیراشامه (پریکارد)، صفحات بین‌ابینی، شبکه هادی قلب، گره سینوسی-دهلیزی (پیشاهنگ/ضربان‌ساز)، گره دهلیزی-بطنی، چرخه ضربان قلب، استراحت (دیاستول)، انقباض (سیستول)، انواع رگ‌ها و فشار خون: سرخرگ، سیاهرگ، مویرگ (پیوسته، منفذدار، ناپیوسته)، تلمبه ماهیچه اسکلتی، دریچه‌های الیه کبوتری، فشار مکشی قفسه سینه، فشار خون (بیشینه، کمینه)، فشار خون بالا، فشار خون پایین، رگ‌نگاری (آژیوگرافی)، دستگاه لنفی و تنظیم گردش: دستگاه لنفی، لنف، رگ‌های لنفی، گره‌های لنفی، مجرای لنفی، لوزه، تیموس، طحال، آپاندیس، مغز استخوان، تنظیم عصبی (دستگاه عصبی خودمختار)، تنظیم هورمونی، تنظیم موضعی جریان خون. خون و یاخته‌های آن: خنواب (پلاسم)، یاخته‌های خونی، یاخته‌های بنیادی، گویچه قرمز (گلبول قرمز)، هموگلوبین، خون‌بهر (هماتوکریت)، گویچه سفید (گلبول سفید)، نوتروفیل، نوزینوفیل، بازوفیل، مونوسیت، لنفوسیت، گرده (پالکت)، انعقاد خون، فیبرینوژن، فیبرین، ویتامین K، یون کلسیم،

آزمایش PT. تنوع سامانه‌های گردش: سامانه گردش باز، همولنف، سامانه گردش بسته، گردش ساده، گردش مضاعف (دوزیستان، خزندگان، پرندگان، پستانداران)، قلب مصنوعی، کشف گردش خون ششی (ابن نفیس).

فصل ششم: تنظیم اسمزی و دفع مواد زائد

هم‌ایستایی و کلیه‌ها: هم‌ایستایی (هومئوستازی)، تنظیم اسمزی، دفع مواد زائد، کلیه‌ها، کپسول کلیه، بخش قشری، بخش مرکزی، لگنچه، هرم کلیه، لپ کلیه، میزنای، مثانه، میزازه، گردیزه (نفرون): کپسول بومن، کالکف (گلومرول)، سرخرگ آوران، سرخرگ وایران، لوله پیچ‌خورده نزدیک، قوس هنله، لوله پیچ‌خورده دور، مجرای جمع‌کننده، پودوسیت، شبکه مویرگی دورلوله‌ای، نوار کاسپاری. فرایند تشکیل ادرار: تراوش، بازجذب، ترشح، ادرار، ترکیب ادرار (آب، اوره، اوریک اسید، یون‌ها)، هورمون ضدادرار (ADH)، دیابت بی‌مزه، تنظیم pH خون (ترشح یون هیدروژن و بیکربنات). تنوع دفع و تنظیم اسمزی: واکوئول انقباضی (پارامسی)، نظریدی، آبشش (سخت‌پوستان)، لوله‌های مالپیکی (حشرات)، کلیه در مهره‌داران، غدد راست‌روده‌ای (ماهیان غضروفی)، ماهیان آب شیرین، ماهیان آب شور، مثانه دوزیستان، غدد نمکی (خزندگان و پرندگان).

فصل هفتم: از یاخته تا گیاه

یاخته گیاهی: دیواره یاخته‌ای، پروتوبلاست، تیغه میانی، پکتین، دیواره نخستین، دیواره پسین، سلولز، لیگنین (چوب)، پالسمودسم، الن، واکوئول، شیره واکوئولی، تورژسانس، پالسمولیز، آتوسیانین، دیسه (پالستید)، سبزدیسه (کلروپالست)، رنگ‌دیسه (کروموپالست)، نشادیه (آمیلوپالست)، سبزینه (کلروفیل)، کاروتنوئید، شیرابه، آلکالوئیدها، سامانه‌های بافتی گیاه: سامانه بافت پوششی، روپوست (اپیدرم)، پوستک، روزنه، یاخته‌های نگهبان روزنه، کرک، یاخته‌های ترشجی، تار کشنده، پیراپوست (پریدرم)، چوب‌پینه (سوبرین)، عدسک، سامانه بافت زمینه‌ای، بافت پارانشیمی (نرم‌آکند)، بافت کلانشیمی (چسب‌آکند)، بافت اسکلرانشیمی (سخت‌آکند)، فیبر، اسکلرئید، سامانه بافت آوندی، آوند چوبی (گزلیم)، تراکئید، عنصر آوندی، آوند آبکش (فلوئم)، صفحه آبکشی، یاخته همراه. مریستم‌ها و رشد: مریستم (پارزای)، مریستم نخستین (ریشه و ساقه)، کالپتر (کلاهک)، جوانه راسی، جوانه جانبی، گره، مریستم پسین، کامبیوم آوندساز (چوب‌آبکش)، کامبیوم چوب‌پینه (پیراپوست‌زای)، ساختار نخستین، ساختار پسین. سازش با محیط: گیاهان مناطق خشک (خزهره)، کاهش تبخیر، گیاهان آبی (آزوال)، حفره‌های هوایی، جنگل‌های حرا، ریشه‌های ششی، گیاهان شورپسند.

فصل هشتم: جذب و انتقال مواد در گیاهان

تغذیه گیاهی: تغذیه گیاهی، کربن‌دی‌اکسید، فتوسنتز، خاک، گیاهاک (هوموس)، هوازگی (فیزیکی و شیمیایی)، مواد معدنی، نیتروژن، تثبیت نیتروژن، باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن (ریزوبیوم، سیانوباکتری)، یون آمونیوم، یون نترات، فسفر، یون فسفات، کود (آلی، شیمیایی، زیستی)، کشت تناوبی، گیاهان تیره پروانه‌واران، گرکه‌های ریشه، قارچ‌ریشه (میکوریز)، گیاهان حشره‌خوار (توبره‌واش)، گیاهان انگل (سس)، گل‌جالیز، گیاه‌شناسی در تمدن اسلامی. انتقال مواد در مسیرهای کوتاه: مسیر آپوپالستی، مسیر سیمپالستی، انتقال عرض غشایی، درون‌پوست (اندودرم)، نوار کاسپاری، یاخته‌های معبر، بارگیری چوبی. انتقال در مسیرهای بلند: شیره بلند: شیره خام، جریان توده‌ای، فشار ریشه‌ای، تعرق، تعریق، هم‌چسبی و دگرچسبی آب، مکش تعرق، روزنه‌های هوایی، عوامل مؤثر بر باز و بسته شدن روزنه، شیره پرورده، حرکت شیره پرورده (جریان فشاری)، منبع و مخزن مواد آلی، حلقه‌برداری از تنه درخت. نکته: واژگانی مانند «بنداره»، «برچاکتای»، «گردیزه»، «کالکف»، «لیپوک»، «لیپوپ»، «هم‌ایستایی» و «دیسه» که به عنوان واژه‌های مصوب فرهنگستان زبان و ادب فارسی در کتاب معرفی شده‌اند، نیز در این لیست گنجانده شده‌اند.

«اصطلاحات زیست‌شناسی استخراج‌شده از کتاب زیست‌شناسی (۲) پایه یازدهم»

فصل ۱: تنظیم عصبی

گفتار ۱: یاخته‌های بافت عصبی: یاخته عصبی (نورون)، یاخته پشتیبان (نورولیا)، پیام عصبی، محرک، دارینه (دندریت)، آسه (آکسون)، پایانه آسه، غلاف میلین، گره رانویه، یاخته عصبی حسی، یاخته عصبی حرکتی، یاخته عصبی رابط، پتانسیل آرامش، کانال‌های نشتی، پمپ سدیم-پتاسیم، پتانسیل عمل، کانال‌های دریچه‌دار سدیمی، کانال‌های دریچه‌دار پتاسیمی، هدایت جهشی، همایه (سیناپس)، یاخته پیش‌همایه‌ای، یاخته پس‌همایه‌ای، ناقل عصبی، گیرنده (در غشا)، برون‌رانی (اگزوسیتوز)،

گفتار ۲: ساختار دستگاه عصبی: دستگاه عصبی مرکزی، دستگاه عصبی محیطی، مغز، نخاع، پرده‌های مننژ، مایع مغزی-نخاعی، سد خونی-مغزی، مخ، مخچه، ساقه مغز، نیمکره‌های مخ، رابط پینه‌ای (جسم پینه‌ای)، قشر مخ، ماده خاکستری، ماده سفید، لوب (پس سری، گیجگاهی، آهیانه، پیشانی)، بخش‌های حسی، حرکتی و ارتباطی، مغز میانی، برجستگی‌های چهارگانه، پل مغزی، بصل النخاع، کرمینه (مخچه)، تالاموس، هیپوتالاموس، سامانه کناره‌ای (لیمبیک)، اسبک مغز (هیپوکامپ)، حافظه کوتاه مدت و بلند مدت، عصب نخاعی، ریشه پشتی (حسی)، ریشه شکمی (حرکتی)، دستگاه عصبی محیطی، بخش پیکری، بخش خودمختار (خودکار)، بخش آسیمیک (سمپاتیک)، بخش پادآسیمیک (پاراسمپاتیک)، انعکاس، شبکه عصبی، گره عصبی، طناب عصبی، طناب پشتی، طناب عصبی شکمی.

فصل ۲: حواس

گفتار ۱: گیرنده‌های حسی: گیرنده حسی، گیرنده مکانیکی، گیرنده شیمیایی، گیرنده دمایی، گیرنده نوری، گیرنده درد، سازش گیرنده‌ها، حواس پیکری، حواس ویژه، اندام خیالی

گفتار ۲: حواس ویژه: چشم، کاسه چشم، صلبیه، قرنیه، مشیمیه، جسم مژگانی، عنبیه، مردمک، عدسی، تارهای آویزی، زلالیه، زجاجیه، شبکیه، باخته مخروطی، باخته استوانه‌ای، عصب بینایی، نقطه کور، لکه زرد، تطابق، نزدیک‌بینی، دوربینی، آستیگماتیسم، پیرچشمی، آب مروارید، گوش، گوش بیرونی، لاله گوش، مجرای شنوایی، پرده صماخ، گوش میانی، استخوانچه‌های گوش (چکشی، سندانی، رکابی)، گوش درونی، حلزون، بخش دهلیزی، دریچه بیضی، باخته‌های مژک‌دار، عصب شنوایی، مجاری نیم‌دایره، عصب تعادلی (دهلیزی)، بویایی، گیرنده بویایی، پیاز بویایی، چشایی، جوانه چشایی، گیرنده چشایی، مزه‌های اصلی (شیرینی، شوری، ترشی، تلخی، اوامی)، پردازش اطلاعات حسی، چلیپای بینایی (کیاسما).

گفتار ۳: گیرنده‌های حسی جانوران

خط جانبی (ماهی)، گیرنده شیمیایی (مگس)، پرده صماخ (جیرجیرک)، چشم مرکب (حشرات)، چشم ساده (حشرات)، گیرنده فروسرخ (مار زنگی)، گیرنده مغناطیسی، گیرنده الکتریکی

فصل ۳: دستگاه حرکتی

گفتار ۱: استخوان‌ها و اسکلت

اسکلت محوری، اسکلت جانبی، استخوان، بافت استخوانی فشرده، بافت استخوانی اسفنجی، سامانه هاروس، مغز استخوان (قرمز و زرد)، ماده زمینه (استخوان)، کلاژن، باخته استخوانی، پوکی استخوان، مفصل، مفصل ثابت، غضروف، کپسول مفصلی، مایع مفصلی، رباط، زانو، رباط صلیبی،

گفتار ۲: ماهیچه و حرکت

ماهیچه اسکلتی (مخطط)، انقباض، ماهیچه متقابل، تار ماهیچه‌ای، زردپی، باخته ماهیچه‌ای، تارچه ماهیچه‌ای، سارکومر، خط Z، رشته اکتین، رشته میوزین، سر میوزین، همایه عصبی-ماهیچه‌ای، شبکه آندوپلاسمی (ماهیچه)، یون کلسیم، کراتین فسفات، تنفس هوازی، تنفس بی‌هوازی، اسید لاکتیک، میوگلوبین، تار ماهیچه‌ای کند (قرمز)، تار ماهیچه‌ای تند (سفید)، اسکلت، آب‌ایستایی، اسکلت بیرونی، اسکلت درونی.

فصل ۴: تنظیم شیمیایی

گفتار ۱: ارتباط شیمیایی

پیک شیمیایی، باخته هدف، گیرنده (هورمونی)، پیک کوتاه‌برد، پیک دوربرد، هورمون، ناقل عصبی، غده درون‌ریز، غده برون‌ریز، دستگاه درون‌ریز.

گفتار ۲: غده‌های درون‌ریز

هیپوفیز، هیپوتالاموس، هورمون رشد، صفحات رشد (استخوان)، پرولاکتین، هورمون محرک تیروئید (TSH)، هورمون محرک فوق کلیه (ACTH)، هورمون محرک غدد جنسی (FSH و LH)، هورمون ضداداری (ADH)، اکسی‌توسین، غده تیروئید (سپر دیس)، هورمون‌های تیروئیدی (T3 و T4)، کلسی‌تونین، گواتر، غده پاراتیروئید، هورمون پاراتیروئیدی، ویتامین D، هم‌ایستایی کلسیم، غده فوق کلیه، بخش مرکزی (فوق کلیه)، اپی‌نفرین، نوراپی‌نفرین، بخش قشری (فوق کلیه)، کورتیزول، آلدوسترون، غده لوزالمعده (پانکراس)، بخش درون‌ریز، جزایر لانگرهانس، انسولین، گلوکاگون، گلیکوزن، دیابت شیرین (نوع ۱ و ۲)، غده اپی‌فیز، ملاتونین، غده تیموس، تیموسین، تنظیم بازخوردی (منفی و مثبت)، فرومون.

فصل ۵: ایمنی

گفتار ۱: نخستین خط دفاعی

دفاع غیراختصاصی، دفاع اختصاصی، پوست، مخاط، ماده مخاطی، عرق، لیوزیم، اسید معده.

گفتار ۲: دومین خط دفاعی

بیگانه‌خوار (فاگوسیت)، درشت‌خوار (ماکروفاژ)، باخته دارینه‌ای (سلول دندریتیک)، ماستوسیت، هیستامین، نوتروفیل، تراگذاری (دیپدز)، ائوزینوفیل، بازوفیل، مونوسیت، لنفوسیت، باخته کشنده طبیعی (NK)، پرفورین، مرگ برنامه‌ریزی شده (آپوپتوز)، پروتئین‌های مکمل، اینترفرون، پاسخ التهابی (التهاب)، تب.

گفتار ۳: سومین خط دفاعی

لنفوسیت B، لنفوسیت T، پادگن (آنتی‌ژن)، گیرنده پادگن، تیموس، پادتن (آنتی‌بادی)، پادتن ساز (پلاسموسیت)، سرم، لنفوسیت T کشنده، لنفوسیت خاخره، پاسخ اولیه، پاسخ ثانویه، حافظه ایمنی، واکسن، ایمنی فعال، ایمنی غیرفعال، ایدز (AIDS)، ویروس HIV، لنفوسیت T کمک‌کننده، تحمل ایمنی، حساسیت، بیماری خودایمنی، ام‌اس. (مالتیپل اسکلروزیس)، کووید-۱۹.

فصل ۶: تقسیم یاخته

گفتار ۱: فام تن (کروموزوم)، دنا (DNA)، پروتئین (هیستون)، فامینه (کروماتین)، هسته تن (نوکلئوزوم)، فامینک (کروماتید)، فامینک خواهری، ساترومر، یاخته پیکری، دوالد (دیپلوئید)، تک‌الد (هاپلوئید)، همتا (کروموزوم همولوگ)، فام تن جنسی (X و Y)، کاریوتیپ، چرخه یاخته‌ای، اینترفاز، مرحله G1، مرحله S (هماندسازی دنا)، مرحله G2، تقسیم هسته، تقسیم سیتوپلاسم، نقطه واریسی.

گفتار ۲: رشتمان (میوز)

رشتمان (میوز)، دوک تقسیم، میانک (سانتریول)، پروفاز، پرومتافاز، متافاز، آنافاز، تلوفاز، تقسیم سیتوپلاسم، حلقه انقباضی (یاخته جانوری)، صفحه یاخته‌ای (یاخته گیاهی)، تومور، تومور خوش خیم، تومور بدخیم (سرطان)، مرگ برنامه‌ریزی شده (آپوپتوز)، عوامل سرطان‌زا.

گفتار ۳: کاستمان (میوز) و تولیدمثل جنسی

کاستمان (میوز)، کاستمان ۱، کاستمان ۲، چهارتایه (تتراد)، پروفاز ۱، متافاز ۱، آنافاز ۱، تلوفاز ۱، چندالد (پلی‌پلوئید)، نشانگان داون.

فصل ۷: تولیدمثل

گفتار ۱: دستگاه تولیدمثل در مرد

زامه (اسپرم)، تستوسترون، بیضه (خایه)، کیسه بیضه، لوله زامه‌ساز، زامه‌زایی (اسپرماتوژنز)، زامه‌زا (اسپرماتوگونی)، زام‌یاخته اولیه (اسپرماتوسیت اولیه)، زام‌یاخته ثانویه (اسپرماتوسیت ثانویه)، زام‌یاختک (اسپرماتید)، یاخته سرتولی، تارک تن (آکروزوم)، میانی (میتوکندری)، دم (تاژک)، برخاک (اپیدیدیم)، مجرای بر (وازدفران)، کیسه منی (وزیکول سمینال)، غده پروستات، غده میزراهی پیاپی، منی، هورمون محرکه فولیکولی (FSH)، هورمون لوتئینی (LH)، عقیمی (مردان).

گفتار ۲: دستگاه تولیدمثل در زن

تخمدان، مام‌یاخته اولیه (اووسیت اولیه)، انبانک (فولیکول)، رحم، لوله رحم (فالوپ)، واژن، دهانه رحم، قاعدگی (عادت ماهانه)، یائسگی، تخمک‌زایی (اووژنز)، مامه‌زا (اووگونی)، مام‌یاخته ثانویه (اووسیت ثانویه)، جسم قطبی، تخمک، چرخه تخمدانی، انبانک بالغ، تخمک‌گذاری، جسم زرد، استروژن، پروژسترون، چرخه رحمی، تنظیم بازخوردی.

گفتار ۳: رشد و نمو جنین

لقاح، منطقه شفاف، پوشش لقاحی، یاخته تخم (زیگوت)، مورولا، بلاستوسبست، تروفوبلاست، توده یاخته‌ای درونی، جایگزینی (لانه‌گزینی)، زه‌کیسه (آمنیون)، زه‌شامه (کوریون)، جفت، بند ناف، هورمون HCG، لایه‌های زاینده، دوقلوهای همسان و ناهمسان، سونوگرافی (صوت‌نگاری)، زایمان، سزارین، بیماری‌های مقاربتی، سقط جنین.

گفتار ۴: تولیدمثل در جانوران

لقاح خارجی، لقاح داخلی، بکرزایی، نرماده (هرمافرودیت)، تخم‌گذاری، پستانداران کیسه‌دار، پستانداران جفت‌دار.

فصل ۸: تولیدمثل نهان‌دانگان

گفتار ۱: تولیدمثل غیرجنسی

تولیدمثل رویشی، قلمه، پیوند، پیوندک، پایه (در پیوند)، خوابانیدن، زمین‌ساقه (ریزوم)، غده (ساقه)، پیاز، ساقه رونده، کشت بافت، کالوس.

گفتار ۲: تولیدمثل جنسی

گل (کامل، ناکامل، دو جنسی، تک جنسی)، نهنج، کاسبرگ، گلبرگ، پرچم، مادگی، برچه، تخمدان (گیاهی)، خامه، کلاله، بساک، کیسه گرده، دانه گرده، یاخته رویشی (دانه گرده)، یاخته زایشی (دانه گرده)، تخمک، پوسته تخمک، خورش (Nucellus)، کیسه رویانی، یاخته تخم‌زا، یاخته دو هسته‌ای، گرده‌افشانی، لوله گرده، لقاح مضاعف (دوتایی)، تخم اصلی، تخم ضمیمه، درون‌دانه (آندوسپرم)، گرده‌افشان.

گفتار ۳: از یاخته تخم تا گیاه

رویانی (گیاهی)، لپه، ساقه رویانی، ریشه رویانی، پوسته دانه، دانه، رویش دانه، دانه‌رست، رویش زیرزمینی، رویش رو زمینی، میوه (حقیقی، کاذب)، پراکنش میوه و دانه، گیاهان یک‌ساله، دو ساله و چندساله.

فصل ۹: پاسخ گیاهان به محرک‌ها

گفتار ۱: تنظیم‌کننده‌های رشد در گیاهان

نور یک‌جانبه، اکسین، غالبیت رأسی، سیتوکینین، جبرلین، آبسیزیک اسید، اتیلن، آگار، ریزش برگ، لایه جداکننده، هرمون گیاهی (فیتوهورمون).

گفتار ۲: پاسخ به محیط

نوگرایی (فتوتروپیسم)، زمین گرایی (ژئوتروپیسم)، گیرنده نوری (فیتوکروم)، گل دهی (گیاهان روز بلند، روز کوتاه، بی تفاوت)، بهار سازی (ورنالیزاسیون)، پاسخ به تماس (تیگموتروپیسم)، دفاع در گیاهان، پوستک (کوتیکول)، لیگنین، دفاع شیمیایی (آلکالوئیدها، سیانید)، مرگ یاخته‌ای برنامه‌ریزی شده، سالیسیلیک اسید.

اصطلاحات زیست‌شناسی استخراج‌شده از کتاب زیست‌شناسی (۳) پایه دوازدهم

فصل ۱: مولکول‌های اطلاعاتی

گفتار ۱: نوکلئیک اسیدها: نوکلئیک اسید شامل دنا و رنا، دنا (دئوکسی ریبونوکلئیک اسید)، رنا (ریبونوکلئیک اسید)، نوکلئوتید، باز آلی نیتروژن دار، پورین: دو حلقه‌ای – آدنین (A)، گوانین (G)، پیریمیدین: تک حلقه‌ای – تیمین (T)، سیتوزین (C)، یوراسیل (U)، قند پنج کربنه، دئوکسی ریبوز – در دنا، ریبوز – در رنا، گروه فسفات، پیوند فسفودی استر، بسپار (پلیمر)، نوکلئیک اسید حلقوی. آزمایش‌های کشف ماهیت ماده وراثتی، فردریش میشر: کشف نوکلئیک اسیدها در ۱۸۶۹، فریدریک گریفیت: آزمایش با پنوموکوک (۱۹۲۸)، باکتری پوشینه‌دار، باکتری بدون پوشینه، عامل انتقال، اسوالد ایوری و همکاران: اثبات دنا به عنوان ماده وراثتی (۱۹۴۴)، گریزانه (سانتریفیوژ)، آنزیم تخریب‌کننده. ساختار دنا، چارگاف: قانون $A=T$ و $G=C$ ، ۱۹۵۰، تصویر پرتو ایکس، رزالند فرانکلین، موریس ویلکینز، واتسون و کریک: مدل مارپیچ دو رشته‌ای (۱۹۵۳)، مارپیچ دو رشته‌ای، جفت باز، پیوند هیدروژنی، جفت شدن اختصاصی، قطر یکسان، رشته‌های مکمل. همانندسازی دنا همانندسازی نیمه‌حفاظتی، آزمایش مزلسون و استال، دنا با چگالی سنگین، دنا با چگالی معمولی، هلیکاز: باز کردن دو رشته دنا، دنا بسپاراز (دنا پلیمراز، فعالیت بسپارازی، فعالیت نوکلئازی، ویرایش، دوراهی همانندسازی، همانندسازی دو جهتی، نوکلئوتیدهای سه‌فسفاته، جایگاه آغاز همانندسازی، همانندسازی، پروکاریوت‌ها و یوکاریوت‌ها، دیسک (پالزید): دنا حلقوی خارج از فام‌تن اصلی، هسته، دنا هسته‌ای، دنا سیتوپلاسمی، هیستون، پروتئین همراه دنا، راکیزه (میتوکندری)، دیسه (پالستید).

گفتار ۲: رنا و ژن

رنای پیک (mRNA): انتقال اطلاعات از دنا به رناتن، رنای ناقل (tRNA): حمل آمینواسید به رناتن، رنای رناتنی (rRNA): شرکت در ساختار رناتن، ژن (Gene): بخشی از مولکول دنا که بیان آن به تولید رنا یا پلی‌پپتید می‌انجامد، بیان ژن. نوکلئوتیدها در سوخت‌وساز، ATP (آدنوزین تری‌فسفات): منبع انرژی یاخته، ADP (آدنوزین دی‌فسفات)، AMP (آدنوزین مونوفسفاته)، آدنوزین: آدنین + ریبوز، حامل‌های الکترون – در فتوسنتز و تنفس.

گفتار ۳: پروتئین‌ها و آنزیم‌ها

آمینواسید، گروه آمین، گروه کربوکسیل، گروه R (زنجیره جانبی)، پیوند پپتیدی، سنتز آب‌دهی، پلی‌پپتید، سطوح ساختاری پروتئین، ساختار اول: توالی آمینواسیدها، ساختار دوم: مارپیچ و صفحه‌ای (پیوند هیدروژنی)، ساختار سوم: تاخوردگی (برهم‌کنش‌های آب‌گریز، پیوندهای هیدروژنی، یونی، اشترایی)، ساختار چهارم: آرایش زیرواحدها، زیرواحد، میوگلوبین: پروتئین با ساختار سوم، هموگلوبین: پروتئین با ساختار چهارم، هم (هم): گروه آهن‌دار غیرپروتینی، نقش‌های پروتئین‌ها آنزیم: کاتالیزور زیستی، گیرنده: پروتئین سطح یاخته، پمپ سدیم-پتاسیم، کانل: استحکام بافت پیوندی، اکتین و میوزین: پروتئین‌های انقباضی، هورمون‌ها: اکسی‌توسین، انسولین، مهارکننده‌ها: تنظیم بیان ژن، آنزیم‌ها، انرژی فعال‌سازی، جایگاه فعال، پیش‌ماده (سوبسترا)، فراورده (محصول)، هم‌عامل (کوفاکتور): یون‌های فلزی یا مواد آلی (ویتامین‌ها)، عمل اختصاصی آنزیم، عوامل مؤثر بر فعالیت آنزیم: دما، pH، غلظت آنزیم و پیش‌ماده، دمای بهینه، انسان، pH بهینه، پیسین، بهینه، کاربرد آنزیم‌ها در صنعت: آمیلاز، لیپاز، پروتئاز، مایه پنیر

فصل ۲: جریان اطلاعات در یاخته

گفتار ۱: رونویسی، ساخته شدن رنا از روی بخشی از یک رشته دنا، رمز (کدون): توالی سه‌نوکلئوتیدی در دنا یا رنا، راه‌انداز (پروموتور): توالی شناسایی توسط رنابسپاراز، رنابسپاراز (RNA پلیمراز)، در پروکاریوت‌ها: یک نوع، در یوکاریوت‌ها: انواع مختلف (رنابسپاراز ۱، ۲، ۳)، مراحل رونویسی، آغاز: اتصال رنابسپاراز به راه‌انداز، طول‌شدن، پایان: توالی‌های پایان، رونویسی در یوکاریوت‌ها، رنای اولیه (ناخالص)، پیرایش، میانه (اینترن)، بخش‌های حذف‌شده، بیانه (اگزون): بخش‌های باقی‌مانده، رنای بالغ (mRNA). تنظیم رونویسی: آپرون: مجموعه ژن‌ها و بخش تنظیمی در باکتری، تنظیم منفی، مهارکننده، اپراتور، القاگر – مثال: لاکتوز، تنظیم مثبت، فعال‌کننده، جایگاه اتصال فعال‌کننده مثال: مالتوز. تنظیم بیان ژن در یوکاریوت‌ها: افزایشده، عوامل رونویسی، تنظیم پس از رونویسی: رناهای کوچک مکمل، تنظیم در سطح فام‌تنی: فشردگی فام‌تن، طول عمر رنای پیک.

گفتار ۲: ترجمه: ساخته شدن پلی‌پپتید از روی اطلاعات رنای پیک، رمز (کدون): توالی سه‌نوکلئوتیدی در رنای پیک، رمز آغاز (AUG)، (متیونین)، رمز پایان (UAA، UAG، UGA). عوامل ترجمه: رناتن (ریبوزوم)، زیرواحد بزرگ، زیرواحد کوچک، جایگاه A: ورود رنای ناقل، جایگاه P: جایگاه پلی‌پپتید در حال ساخت، جایگاه E: خروج رنای ناقل، رنای ناقل (tRNA)، پادرمزه (آنتی‌کدون): مکمل رمز، محل اتصال آمینواسید، آمینواسید – tRNA سنتتاز. مراحل ترجمه: آغاز، طول‌شدن: تشکیل پیوند پپتیدی، پایان، عوامل آزادکننده، پروتئین‌سازی در یاخته: محل پروتئین‌سازی، مقصد پروتئین‌ها، تجم رناتن‌ها.

گفتار ۳: تنظیم بیان ژن

تنظیم بیان ژن، روشن و خاموش شدن ژن، بیان ژن در پروکاریوت‌ها – تنظیم در سطح رونویسی، آپرون لاکتوز، آپرون تریپتوفان – نوع مهارتی، بیان ژن در یوکاریوت‌ها، تنظیم پیش از رونویسی، تنظیم پس از رونویسی، غیرفعال‌سازی فام‌تن X، افزایش تعداد کپی ژن – مثال: ژن‌های tRNA، ژن‌های همیشه روشن.

فصل ۳: انتقال اطلاعات در نسل‌ها

گفتار ۱: مفاهیم پایه

اصطلاحات بنیادی ژنتیک، ژن‌شناسی (ژنتیک)، صفت، شکل صفت، ژن‌نمود (ژنوتیپ)، رخ‌نمود (فنوتیپ)، دگره (آلل)، جایگاه ژنی، بارز، نهفته، هم‌توانی، بارزیت ناقص. گروه‌های خونی، گروه خونی Rh، پروتئین D، دگره‌های D و d، گروه خونی ABO، کربوهیدرات A و B، دگره‌های IA، IB و I⁰، هم‌توانی بین IA و IB. مربع پانت، خالص، ناخالص.

گفتار ۲: انواع صفات

طبقه‌بندی صفات، صفات مستقل از جنس – مثال: Rh، صفات وابسته به جنس صفات وابسته به X – مثال: هموفیلی، ناقل، صفات تک‌جایگاهی، صفات چندجایگاهی – مثال: رنگ ذرت، قد، صفات گسسته، صفات پیوسته. اثر محیط، اثر محیط بر رخ‌نمود، فنیل‌کتونوری (PKU): مهار با رژیم غذایی، سبزینه: نیاز به نور برای ساخت

فصل ۴: تغییر در اطلاعات وراثتی

گفتار ۱: تغییر در ماده وراثتی جانداران: جهش، جهش: تغییر ماندگار در نوکلئوتیدهای ماده وراثتی، جهش مفید، جهش مضر، جهش خنثی، انواع جهش‌های کوچک: جهش جانشینی، جهش دگرمنها: تغییر آمینواسید، جهش خاموش: بدون تغییر آمینواسید، جهش بی‌معنا: ایجاد کدون پایان، جهش اضافه، جهش حذف، جهش تغییر چارچوب خواندن. جهش‌های بزرگ (ناهنجاری‌های فام‌تنی): ناهنجاری عددی – مثال: نشانگان داون (تری‌زومی ۲۱)، ناهنجاری ساختاری، حذف قطعه، جابه‌جایی، مضاعف‌شدگی، واژگونی. ژنگان (ژنوم): ژنگان (ژنوم)، ژنگان هسته‌ای: ۲۲ فام‌تن غیرجنسی + X و Y، ژنگان سیتوپلاسمی. علل جهش، خطای همانندسازی، عوامل جهش‌زا (موتازن)، فیزیکی: پرتو فرابنفش (UV)، شیمیایی: بنزوپیرن، نیتريت‌ها، دیمر تیمین، جهش ارثی، جهش اکتسابی، پیامدهای جهش، توالی‌های تنظیمی، راه‌انداز (پروموتور)، افزایشنده.

گفتار ۲: تغییر در گذر زمان: انتخاب طبیعی، انتخاب طبیعی، صفت سازگارتر با محیط، جمعیت، تفاوت‌های فردی. خزانه ژن: خزانه ژن، فراوانی نسبی دگره‌ها، تعادل ژنی. عوامل تغییر فراوانی دگره‌ها، جهش – ایجاد دگره جدید، رانش دگره‌ای (رانش ژنتیکی)، اثر گردنه بطری، شارش ژن – مهاجرت، آمیزش غیرتصادفی، انتخاب طبیعی. تداوم گوناگونی، گوناگونی دگره‌ای در گامت‌ها – توزیع مستقل فام‌تن‌ها در کاستمان، نوترکیبی، چلیپایی شدن (کراسینگ‌اور)، فام‌تن‌های نوترکیب، ناخالص‌ها – مثال: مقاومت به مالاریا، مالاریا، انگل مالاریا (پلاسمودیوم)، بیگانه‌خواری.

گفتار ۳: تغییر در گونه‌ها

شواهد تغییر گونه‌ها، سنگواره‌ها، دیرینه‌شناس. تشریح مقایسه‌ای، ساختارهای همتا – نیای مشترک، ساختارهای آنالوگ، کار یکسان، ساختار متفاوت، ساختارهای وستیجیال (بازمانده) – مثال: بقایای پا در مار پیتون، مطالعات مولکولی: توالی‌های حفظ شده، گونه‌زایی، تعریف گونه – ارنست مایر، زیست‌ا، جدایی تولیدمثلی. گونه‌زایی، گونه‌زایی دگرمی‌ه‌نی (آلوپاتریک) – با جدایی جغرافیایی، گونه‌زایی هم‌می‌ه‌نی (سمپاتریک) – بدون جدایی جغرافیایی، چندالدی (پلی‌پلوئیدی)، دوالدی (دیپلوئید) (2n)، چارالدی (تتراپلوئید) (4n)، سه‌الدی (تری‌پلوئید) (3n)، تک‌الدی (هاپلوئید) (n)، خطای کاستمانی – عدم جدایی فام‌تن‌ها

فصل ۵: از ماده به انرژی

گفتار ۱: تنفس یاخته‌ای: تنفس هوازی، تنفس یاخته‌ای هوازی، قندکافت (گلیکولیز)، پیرووات، استیل کوآنزیم A، چرخه کربس، زنجیره انتقال الکترون، اکسایش، کاهش. حامل‌های الکترون. $FAD / FADH$ ، $NAD^+ / NADH$. راکیزه (میتوکندری)، راکیزه، غشای بیرونی، غشای درونی – دارای چین‌خوردگی، فضای بین دو غشا، بخش داخلی (ماتریکس)، دنا ی راکیزه. ATP، ساخته شدن ATP در سطح پیش‌ماده، ساخته شدن اکسایشی، آنزیم ATP ساز، موتور چرخنده، تنظیم تنفس تنظیم تنفس یاخته‌ای، بازخورد مهارکننده – توسط ATP.

گفتار ۲: تخمیر

تخمیر، تخمیر الکلی – اتانول + CO_2 ، تخمیر الکتیکی – الکتات، اتانول، الکتات (الکتیک اسید)، نان – تخمیر الکلی، ماست، پنیر – تخمیر الکتیکی، خیارشور – تخمیر الکتیکی.

گفتار ۳: سلامت بدن و پاداکسندوها

رادیکال آزاد، پاداکسند (آنتی‌اکسیدان)، کاروتنوئید، اثر الکل بر راکیزه، سیانید – مهار زنجیره انتقال الکترون، کربن مونواکسید – مهار تنفس، سیروز کبدی.

فصل ۶: از انرژی به ماده

گفتار ۱: فتوسنتز – تبدیل انرژی نور به انرژی شیمیایی: ساختار برگ و سبزدیسه، فتوسنتز، برگ (Leaf)، روپوست، میانبرگ، یاخته‌های نرده‌ای، یاخته‌های اسفنجی، دسته‌های آوندی، سبزدیسه (کلروپلاست)، غشای بیرونی، غشای درونی، تیالکوئید، فضای درون تیالکوئید، بستره (استروما). رنگیزه‌های فتوسنتزی، سبزینه (کلروفیل) سبزینه، سبزینه b، کاروتنوئید، طیف جذب. فتوسیستم‌ها، فتوسیستم، آنتن گیرنده نور، مرکز واکنش. P700 – فتوسیستم ۱، P680 – فتوسیستم ۲، ناقل الکترون.

گفتار ۲: واکنش‌های فتوسنتزی: واکنش‌های وابسته به نور (تیالکوئیدی)، الکترون برانگیخته، تجزیه نوری آب، $\text{NADP}^+ / \text{NADPH}$ ، ساخته شدن نوری ATP، آنزیم ATP ساز – در غشای تیلاکوئید. واکنش‌های مستقل از نور (تثبیت کربن)، چرخه کالوین، تثبیت کربن، روییسکو (RuBisCO)، ریبولو بیس فسفات. گیاهان C_3

گفتار ۳: فتوسنتز در شرایط دشوار: تنفس نوری، تنفس نوری، رقابت. گیاهان C_4 ، غلاف آوندی، یاخته‌های میانبرگ، اسید چهار کربنی، پالسمودسم، گیاهان CAM جدایی زمانی تثبیت کربن، روزنه، سیانوباکتری، باکتری‌های فتوسنتز کننده اکسیژن‌زا، باکتری‌های فتوسنتز کننده غیراکسیژن‌زا، باکتریوکلروفیل، باکتری‌های گوگردی. شیمیوسنتز، باکتری‌های شیمیوسنتز کننده.

فصل ۷: فناوری‌های نوین زیستی

گفتار ۱: زیست فناوری و مهندسی ژنتیک: زیست فناوری (بیوتکنولوژی)، مهندسی ژنتیک، جاندار تراژنی، جاندار تغییر یافته ژنتیکی، همسانه‌سازی دنا، دنا نوترکیب. آنزیم برش دهنده (آنزیم محدودکننده)، جایگاه تشخیص، انتهای چسبنده، ناقل همسانه‌سازی، دیسک (پالزمید)، فازه (باکتریوفاز)، آنزیم لیگاز، مراحل مهندسی ژنتیک: جداسازی قطعه دنا، اتصال به ناقل – تشکیل دنا نوترکیب، وارد کردن به یاخته میزبان (شوک الکتریکی/حرارتی)، جداسازی یاخته‌های تراژنی (با استفاده از ژن مقاومت به پادزیست)، تکثیر.

گفتار ۲: مهندسی پروتئین و بافت: مهندسی پروتئین، مهندسی پروتئین، پایداری پروتئین، آمیالز مقاوم به گرما، اینترفرون، پالسمین. مهندسی بافت: یاخته‌های بنیادی، یاخته‌های بنیادی جنینی، یاخته‌های بنیادی بالغ، یاخته‌های بنیادی مغز استخوان، داربست. بیوانفورماتیک.

گفتار ۳: کاربردهای زیست فناوری: کشاورزی، گیاهان مقاوم به آفت – مثال: Bt، پنبه، ذرت، پروتئین سمی باکتری خاکزی. پزشکی، تولید دارو – انسولین نوترکیب، پیش‌هورمون – زنجیره C، تولید واکسن نوترکیب – مثال: هپاتیت B، ژن درمانی، تشخیص بیماری. اقتصاد و اخلاق، فتوبیوراکتور، ایمنی زیستی، اخلاق زیستی.

فصل ۸: رفتارهای جانوران

گفتار ۱: رفتار غریزی و یادگیری: رفتار، محرک، پاسخ، رفتار غریزی، یادگیری، خوگیری (عادی شدن)، شرطی شدن کلاسیک – پاولوف، شرطی شدن فعال – اسکینر، حل مسئله، نقش‌پذیری – دوره حساس، برهم‌کنش غریزه و یادگیری.

گفتار ۲: رفتارهای تولیدمثلی و بقا رفتارهای زادآوری، زادآوری (تولیدمثل)، انتخاب جفت، صفات ثانویه جنسی، چندهمسری، تک‌همسری، رفتارهای بقا، غذایابی، غذایابی بهینه، قلمروخواهی، مهاجرت، جهت‌یابی – با استفاده از خورشید، ستارگان، میدان مغناطیسی، خواب زمستانی، رکود تابستانی.

گفتار ۳: ارتباط و زندگی گروهی: ارتباط، فرومون، ارتباط در زنبورهای عسل – حرکات ویژه، عالمت‌های دیداری، صوتی، شیمیایی و لمسی، زندگی گروهی، شکار گروهی، دگرخواهی، دگرخواهی نسبت به خویشاوندان، همکاری.

نام‌های دانشمندان مهم

گریگور مندل – قوانین وراثت، فردریش میشر – کشف نوکلئیک اسید، فریدریک گریفیت – عامل انتقال، اسوالد ایوری – اثبات دنا به عنوان ماده وراثتی، چارگاف – قانون $A=T$ و $G=C$ ، رزالند فرانکلین – تصاویر پرتو ایکس از دنا، مورس ویلکینز – تصاویر پرتو ایکس، واتسون و کریک – مدل مارپیچ دو رشته‌ای، مزلسون و استال – همانندسازی نیمه‌حفاظتی، هانس کربس – چرخه کربس، پاولوف – شرطی شدن کلاسیک، اسکینر – شرطی شدن فعال، لورنز – نقش‌پذیری، تینبرگن – رفتارشناسی، فریش – ارتباط در زنبورها، هوگو دووری – گیاهان چندلادی.



Research in Empirical Science Education

Online ISSN: 3115-8889

Home Page: <https://basicscience.cfu.ac.ir>



Developing Biology Teaching Skills Using Specialized Crossword Puzzle

Hossein Farasat ^{1*}

1. Department of Biology Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran.

*Corresponding Author: (✉ H.Farasat@cfu.ac.ir)

Article Info

ABSTRACT

Article type:
Research Article

Article history:

Received:
2026/07/12

Received in revised form:
2026/07/12

Accepted:
2026/08/16

Available online:
2026/08/18

Keywords:

Biology,
Education,
Grid,
Crossword puzzle,
Learning.

This study was conducted to examine the feasibility and application of crossword puzzles in teaching biology topics.

The vast volume of material and the extensive use of specialized terminology in biology curricula pose a significant challenge for students regarding learning and retention. Addressing this challenge requires the application of strategies that not only strengthen and expand the vocabulary found in textbooks but also facilitate its review and memorization.

The scope of the study encompassed all experimental science textbooks for the first secondary level and biology textbooks for the second secondary level. The research employed a field-based approach involving 60 undergraduate students majoring in Biology Education at Farhangian University. Each participant selected specific biology topics and created a crossword puzzle—including the design of the accompanying clues—without the use of software.

The results of this study indicate that the educational content of biology textbooks lends itself to the creation and use of various types of crossword puzzles—including standard, irregular, and coded formats—covering specific topics or reviews of various subject areas. Depending on the teacher's creativity, this method can be employed for assessment, review, or as a form of purposeful classroom game. The primary benefit of using crossword puzzles is that, by establishing connections between new and existing information, they foster the formation of cognitive associations and facilitate the retention of new material.

Cite this article: Farast, Hossein. (2026). Developing Biology Teaching Skills Using a Specialized Crossword Puzzle. *Research in Empirical Science Education*, 12 (43), 32-49.



<http://doi.org/10.48310/basic.2026.23754.1621>



© Author(s) retain the copyright and full publishing rights.

Publisher: Farhangian University.