

رسم و تفسیر نمودار

مقدمه

مهارت مربوط به رسم و تفسیر نمودار^۱ به علت کاربردهای فراوانی که در جمع‌بندی و ارائه نتایج پژوهش‌ها در علوم مختلف دارد، دارای اهمیت فراوان است. در علم زیست‌شناسی نیز این مبحث بسیار پر کاربرد است و در کتب درسی زیست‌شناسی فراوان آمده است، لذا افزایش مهارت دانش‌آموزان در این زمینه می‌تواند به فهم بهتر مباحث زیست‌شناسی و نیز درک و تفسیر نتایج پژوهش‌های زیستی توسط آن‌ها کمک مؤثری بکند.

گذشته از اینکه آموزش مهارت‌های مربوط به نمودار در آموزش پژوهش محور دانش‌آموزان امری ضروری است، آموزش رسم و تفسیر نمودار و توضیحات کافی در این زمینه چندان در کتب درسی مورد توجه قرار نگرفته است، هرچند که دانش‌آموزان سال سوم رشته تجربی مطالبی را در این زمینه در کتاب آمار و مدل‌سازی مطالعه می‌کنند، ولی این مطالب کافی به نظر نمی‌رسند. از طرف دیگر مطالب مربوط به نمودار، از همان کتاب علوم زیستی سال اول در کتب زیست‌شناسی در مباحث درسی وجود دارد و لذا ضروری است که دانش‌آموز از همان ابتدا به مهارت لازم در این زمینه دست پیدا کند. از این رو، در این نوشته سعی می‌شود تا ضروریات این مبحث به شکلی خلاصه ارائه شود.

با مروری کلی به نظر می‌رسد که در طرح سؤالات آزمون‌های عادی و حتی در امتحانات نهایی و نیز کنکور، طراحان محترم به سهم این مبحث حتی در حدی که در کتب زیست‌شناسی فعلی متوسطه آمده است، توجه کافی نکرده و آن را مورد بی‌مهری قرار داده‌اند؛ به ویژه که قابلیت طرح سؤالات کاملاً مفهومی در این مبحث وجود دارد و می‌تواند درک عمیق، دقت و خلاقیت دانش‌آموزان را به خوبی مورد آزمون قرار دهد که این امر خود یکی از اهداف امتحانات نهایی و کنکور است. از این جهت طرح سؤالات مناسب از نمودارها می‌تواند به ارتقای سطح مفهومی سؤالات زیست‌شناسی در آزمون‌های مختلف کمک شایان توجهی بکند.

کلیدواژه‌ها: نمودار استاندارد، رسم نمودار، تفسیر نمودار.

نمودار چیست

نمودار، ترسیمی اغلب دو بعدی است که معمولاً ارتباط بین دو مجموعه از داده‌ها را به وسیله خط، منحنی، مجموعه‌ای از ستون‌ها و یا دیگر علائم نشان می‌دهد. نمودار در واقع نمایش فیزیکی داده‌هاست که دانشمندان، محققان، معلمان و دانش‌آموزان برای نمایش و تحلیل داده‌ها (به‌ویژه برای تعیین شباهت‌ها و یا تفاوت‌ها گروه‌های مورد پژوهش) که طی پژوهش جمع‌آوری شده است، استفاده می‌کنند. این داده‌ها، بدون نمودار دریایی از اعدادند که درک آن‌ها واقعاً مشکل است؛ هر چند که اگر نمودار نیز به‌طور نامناسب رسم شده باشد، می‌تواند گمراه‌کننده باشد. در ادامه سعی کرده‌ایم که علت نیاز به نمایش دقیق داده‌ها را از طریق نمودار، تبیین کنیم و سپس به روش رسم و تفسیر نمودار اشاره کنیم.

برخی مزیت‌ها و دلایل استفاده از نمودار

۱. نمودار امکان خلاصه کردن مناسب داده‌ها را فراهم می‌کند به‌نحوی که با یک نگاه می‌توان نتایج کلی یک پژوهش را متوجه شد.

۲. نمودار امکان مقایسه دقیق داده‌ها و نتایج پژوهش‌ها را فراهم

می‌کند.

۳. نمودار می‌تواند در مورد پیش‌بینی علمی پدیده‌ها به ما کمک کند (مثل نمودار مربوط به غلظت قند در گیاه در پرسش و تحقیق پایان فصل تولید کنندگی یا فعالیت مربوط به رشد جمعیت انسان در کتاب علوم زیستی و بهداشت).

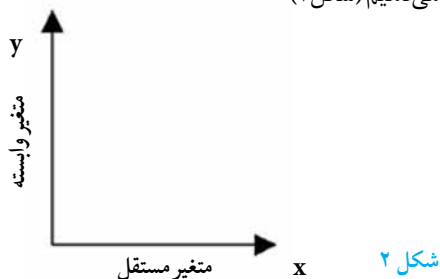
چگونگی رسم یک نمودار استاندارد

گرچه امروزه، نرم‌افزارهای عمومی و تخصصی گوناگونی جهت رسم نمودار در دسترس قرار دارد، ولی رسم دستی نمودار درک علمی خاصی را از مباحث ایجاد می‌کند (به‌ویژه در دوره آموزشی متوسطه). گذشته از آن رسم دستی نمودار جایی برای هنرنمایی‌های علمی منحصر به فرد را مهیا می‌کند که شاید این امکان به این صورت در نرم‌افزارها در دسترس نباشد و علاوه بر آن، ممکن است دسترسی به دوره آموزشی مربوطه و یا حتی رایانه برای همه فراهم نباشد. در نهایت فرد پس از کسب مهارت در رسم دستی نمودار می‌تواند در

در همه نمودارها به جز نمودار دایره‌ای، یک محور افقی (محور X

نمودار در واقع نمایش داده‌هاست که دانشمندان، محققان، معلمان و دانش‌آموزان برای نمایش و تحلیل داده‌ها (به ویژه برای تعیین شباهت‌ها و یا تفاوت‌ها گروه‌های مورد پژوهش) که طی پژوهش جمع‌آوری شده است، استفاده می‌کنند

ها) و یک محور عمودی (محور Y) مورد نیاز است که باید متغیر مستقل و متغیر وابسته را روی هر یک از آن‌ها نمایش دهیم. متغیر مستقل را روی محور افقی و متغیر وابسته را روی محور عمودی نشان می‌دهیم (شکل ۲)



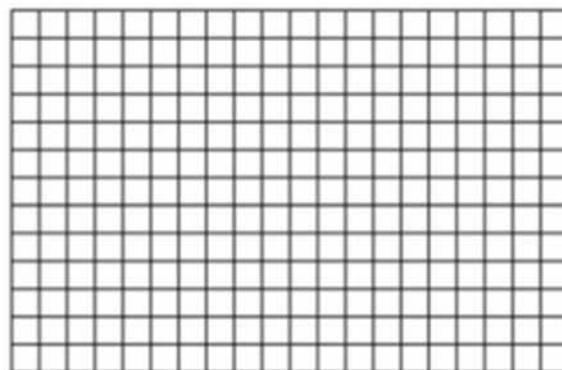
به عنوان مثال اگر در پژوهشی رشد تعدادی درخت را در چند سال اندازه گرفته و بخواهیم نتیجه این تجربه را نشان دهیم، آن را به این شکل نشان خواهیم داد (شکل ۳):

مرسوم است که در پژوهش‌های علمی از نمودارهای خطی استفاده می‌کنند، ولی در مواردی نیز نمودار دایره‌ای یا نمودار میله‌ای و بعضی اوقات نمودار ستونی (هیستوگرام) متناسب با نوع پژوهش کاربرد دارد. معمولاً نمودار ستونی برای نمایش مقادیر عددی گسسته و مقایسه آن‌ها با یکدیگر استفاده می‌شود و نمودار خطی اغلب برای نمایش و مقایسه دامنۀ پیوسته‌ای از مقادیر عددی مناسب است. نمودار دایره‌ای^۴ نیز برای نمایش جزئی از یک کل مورد استفاده دارد مانند نمودار درصد ترکیب بدن در درس اول زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱.

استفاده از همه قابلیت‌های رسم نرم افزاری نمودار موفق‌تر باشد. از این نظر در ادامه به مراحل رسم دستی نمودار اشاره می‌کنیم.

اولین گام: انتخاب برگ کاغذ جدول‌بندی شده (مدرج) مناسب

باید توجه داشته باشیم که به ویژه در گزارش‌های علمی برای رسم نمودار پس از انتخاب کاغذ مدرج مناسب، مجاز به استفاده از تنها ۷۵ درصد سطح و یا کادر مشخص شده برای آن هستیم و باید نمودار را در قسمت وسط برگه و با توجه به قانون ۷۵ درصد در بزرگ‌ترین اندازه ممکن رسم کنیم تا اعداد مربوط به داده‌ها به خوبی قابل مشاهده و خواندن باشند و بقیۀ مساحت برگه در اطراف نمودار به عنوان حاشیه باقی بماند (شکل ۱).



شکل ۱

گام دوم: انتخاب نوع نمودار مناسب کار

مرسوم است که در پژوهش‌های علمی از نمودارهای خطی^۲ استفاده می‌کنند، ولی در مواردی نیز نمودار دایره‌ای یا نمودار میله‌ای^۳ و بعضی اوقات نمودار ستونی (هیستوگرام) متناسب با نوع پژوهش کاربرد دارد. معمولاً نمودار ستونی برای نمایش مقادیر عددی گسسته و مقایسه آن‌ها با یکدیگر استفاده می‌شود و نمودار خطی اغلب برای نمایش و مقایسه دامنۀ پیوسته‌ای از مقادیر عددی مناسب است. نمودار دایره‌ای^۴ نیز برای نمایش جزئی از یک کل مورد استفاده دارد مانند نمودار درصد ترکیب بدن در درس اول زیست‌شناسی و آزمایشگاه ۱. پس از انتخاب نمودار مناسب، باید به سه سؤال اساسی زیر پاسخ دهیم:

۱. کدام متغیر، در پژوهش ما متغیر مستقل^۵ است و چرا؟

۲. کدام متغیر، در پژوهش ما متغیر وابسته^۶ است و چرا؟

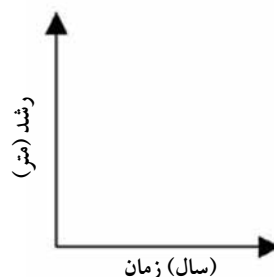
۳. چه عنوان مناسب و رسایی را برای نمودار خود انتخاب کنیم؟
به بیان ساده‌تر، معمولاً در پژوهش‌های زیستی متغیر مستقل همان متغیر تأثیرگذار و متغیر وابسته همان متغیر تأثیرپذیر در پژوهش است.



شکل ۳

نمودار شماره ۱: رشد درختان طی سال‌های ...

تذکر: ضروری است که برای هریک از متغیرها واحد^۲ مناسب را در نمودار مشخص کنیم و در داخل پرانتز در جلو آن‌ها ذکر کنیم. **مثال:** اگر بخواهیم نتیجه آزمایش تأثیر مقدار ثابتی از نوعی کود طی چند سال را بر رشد درختان سیب در نمودار نشان دهیم، گرچه متغیر مستقل ما مقدار کود خواهد بود ولی چون مقدار آن ثابت است و زمان نیز در تأثیر کود بر رشد درختان دخیل است، پس در رسم نمودار زمان را روی محور افقی می‌آوریم و در عنوان نمودار به ثابت بودن مقدار کود اشاره می‌کنیم (شکل ۴).



شکل ۴
نمودار شماره ۱: تأثیر کود X به مقدار ثابت بر رشد درختان سیب طی سال‌های...

تذکر: بدیهی است که مثال فوق کلی است و سعی در بیان قالب عمومی دارد و گر نه در تجربه‌های علمی حتماً باید به‌طور دقیق نام کود، مقدار کود و تعداد و اعداد مربوط به سال‌ها دقیقاً در نمودار نوشته شود. همچنین، عنوان نمودار متناسب با نوع ارائه نمودار در کتاب، مقاله و یا به صورت پاورپوینت می‌تواند در بالا و یا پایین نمودار ذکر شود.

گام سوم: انتخاب دامنه عددی مناسب

با توجه به حداقل و حداکثر اعدادی که برای هر متغیر داریم، فواصل اعداد (مدرج کردن محورها) را روی هر یک از محورها مشخص می‌کنیم. برای این کار بهتر است ابتدا جدول داده‌ها را تنظیم و از آن

جدول داده‌ها

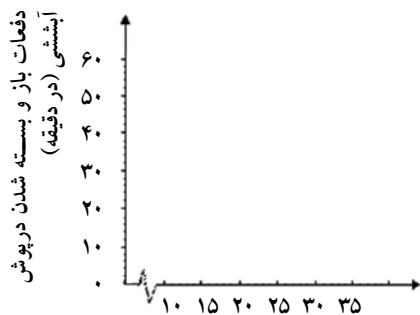
دما (سانتی‌گراد)	دفعات باز و بسته شدن درپوش آبششی در دقیقه
۱۰	۱۵
۱۵	۲۵
۱۸	۳۰
۲۰	۳۸
۲۳	۶۰
۲۵	۵۷
۲۷	۲۵

استفاده کنیم. مثلاً در آزمایشی، تأثیر دمای آب را بر باز و بسته شدن درپوش آبششی (در دقیقه) در نوعی ماهی به تناسب طی ۲۴ ساعت اندازه کردیم و نتایج را در جدولی مانند جدول ۱ نوشته‌ایم.

متغیر مستقل در این آزمایش: دما (بر حسب درجه سانتی‌گراد) آب است که حداقل آن ۱۰ و حداکثر آن ۲۷ است. به نظر می‌رسد با انتخاب فاصله ۵ تایی نمودار متناسب و نسبتاً دقیقی حاصل شود. **متغیر وابسته در این آزمایش:** تعداد دفعات باز و بسته شدن درپوش آبششی (در دقیقه) است که حداقل آن ۱۵ و حداکثر آن ۶۰ است. به نظر می‌رسد با انتخاب فاصله ۱۰ تایی نمودار متناسب و نسبتاً دقیقی حاصل شود.

از همان ابتدا در انتخاب فواصل عددی روی محورها برای دو متغیر باید به شکل نهایی و تناسب آن‌ها توجه داشته باشیم، یعنی در ضمن اینکه باید دقت بیان داده تاحد زیادی رعایت شود. علاوه بر آن باید نمودار تاحد ممکن بزرگ واضح نیز باشد.

هر یک از محورها در حکم یک خط‌کش است، یعنی فواصل روی هر یک از آن‌ها برابر است و از کم به زیاد منظم می‌شود. هر چند که ممکن است در مواردی مجبور شویم همه اعداد جدول داده‌ها را روی محورها نیاوریم، در این حالت اعداد مذکور باید در فواصل بین اعداد نوشته شده قرار بگیرند (شکل ۵).



نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن درپوش آبششی در نوعی ماهی

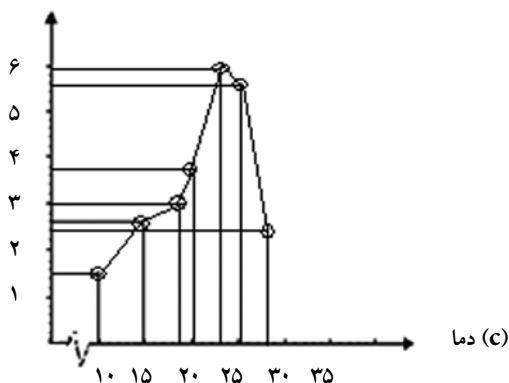
تذکر:

۱. در نمودار فوق چون دمای ۰ تا ۱۰ در آزمایش لحاظ نشده، لذا می‌توانیم آن را با علامت شکستگی در ابتدای محور افقی نشان دهیم.
۲. در انتخاب فواصل اعداد روی دو محور باید تناسب نهایی، بزرگ و واضح بودن نمودار را در نظر بگیریم (شکل ۶).

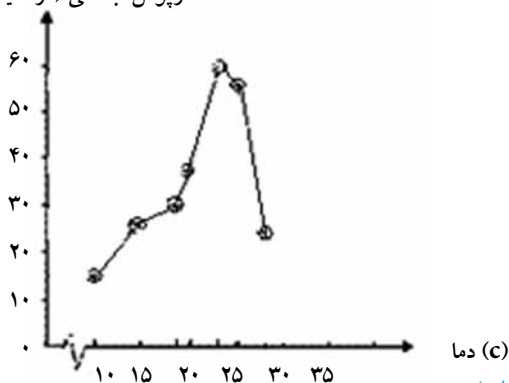


شکل ۶

دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی (در دقیقه)



نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی در نوعی ماهی

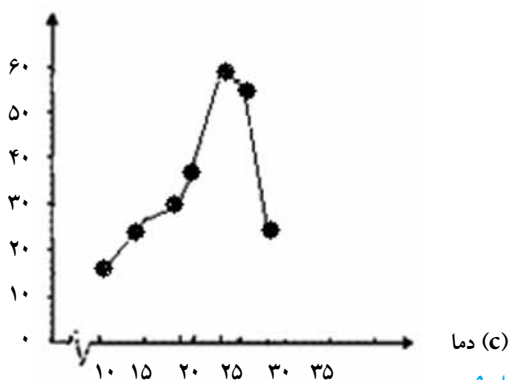


شکل ۸

نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی در نوعی ماهی

تذکر: برای مشخص شدن نقاط مورد آزمایش در نمودار نهایی،
این نقاط را درون دایره (مانند بالا) یا به شکل نقاط پر رنگ (مانند
نمودار پایین) نمایش می‌دهیم. (شکل ۹)

دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی (در دقیقه)



شکل ۹

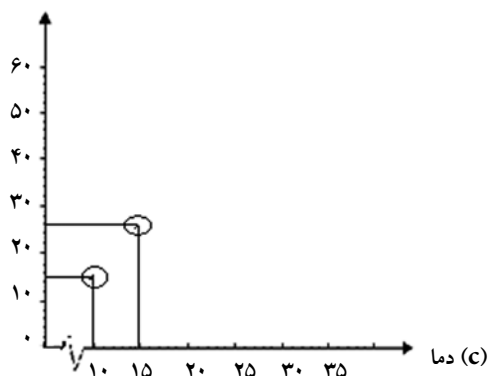
نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی در نوعی ماهی

۳. گرچه برخی اعداد مندرج در جدول را روی محورها ننوشته‌ایم، ولی در واقع این اعداد در فاصله بین اعداد نوشته شده آمده است.

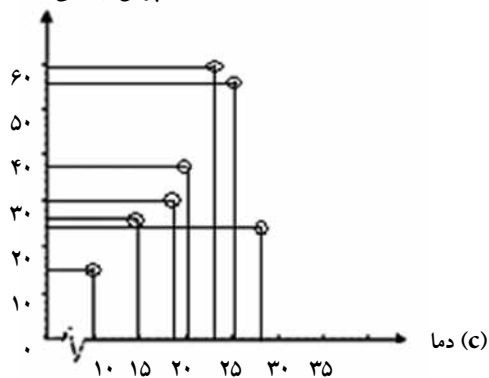
گام چهارم: نقطه‌یابی برای اتصال نقاط به یکدیگر

نقطه‌یابی به این صورت است که روی محور X هر یک از عددها را انتخاب و خطی از آن نقطه بر همین محور عمود می‌کنیم. نقطه متناظر و مرتبط با آن را روی محور عمودی پیدا و سپس از آن نقطه هم خطی را بر محور Y عمود می‌کنیم. از تقاطع این دو خط عمود برهم نقطه مورد نظر پیدا می‌شود (شکل ۷).

دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی (در دقیقه)



دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی (در دقیقه)



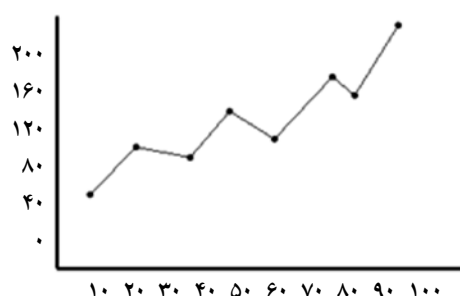
شکل ۷

نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبششی در نوعی ماهی

در ادامه کار، اتصال نقاط را انجام می‌دهیم و سپس خطوط اضافی را پاک می‌کنیم و نمودار نهایی را به دست می‌آوریم (شکل ۸).

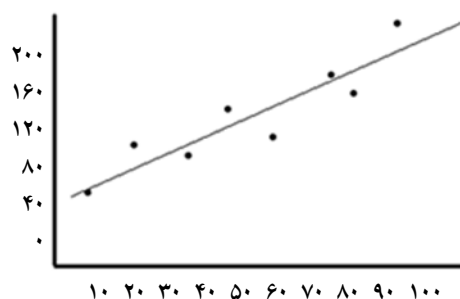
گام پنجم: از گام اول تا چهارم را مرور و با دقت بررسی می‌کنیم تا کار به درستی و با دقت انجام شده باشد.

تذکر: در مواردی ممکن است که حاصل نقطه‌یابی و اتصال نقاط به شکل زیر حاصل شود (شکل ۱۰)



شکل ۱۰

در چنین مواردی بهتر است به شکل زیر عمل شود، یعنی به جای اتصال نقاط به یکدیگر خطی رسم کنیم که برآیندی از همه نقاط باشد، البته بهتر است نقاط به دست آمده هم‌چنان در نمودار باقی بمانند تا پراکندگی و نیز موقعیت آن‌ها برای بیننده مشخص باشد. این کار همچنین ما را در تفسیر بهتر نتایج یاری می‌کند (مثلاً در کتاب زیست‌شناسی سال چهارم در فعالیت تجزیه و تحلیل تغییر اندازه اندام حرکتی جمعیت مارمولک‌ها...) (شکل ۱۱).



شکل ۱۱

نمودار دارای دو نوع است: تفسیر توصیفی و تفسیر تحلیلی
تفسیر توصیفی نمودار

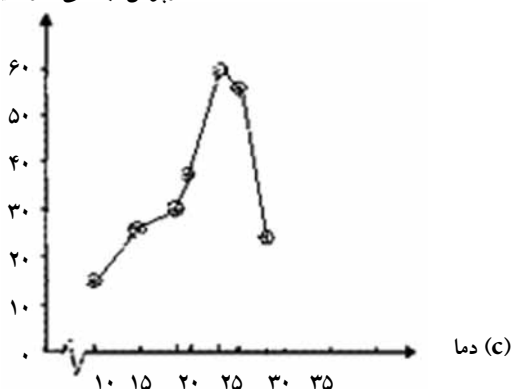
در تفسیر نمودار، ابتدا تفسیر توصیفی انجام می‌شود. برای این کار، همیشه روی محور افقی را نگاه و اعداد را از کم به زیاد دنبال می‌کنیم و در ضمن این کار، خط نمودار را مورد توجه قرار می‌دهیم.

گرچه امروزه، نرم‌افزارهای عمومی و تخصصی گوناگونی جهت رسم نمودار در دسترس قرار دارد، ولی رسم دستی نمودار درک علمی خاصی را از مباحث ایجاد می‌کند

اگر با افزایش اعداد عامل مستقل، خط نمودار رو به بالا باشد، می‌توانیم بگوییم که با افزایش عامل مستقل، عامل وابسته نیز افزایش می‌یابد و اگر خط نمودار افقی باشد، می‌توانیم بگوییم که با افزایش عامل مستقل، عامل وابسته تغییری نمی‌کند؛ ولی اگر خط نمودار رو به پایین باشد، می‌توانیم بگوییم که با افزایش عامل مستقل، عامل وابسته کاهش می‌یابد (شکل ۱۲).

تذکر: برای انجام تفسیر مناسب‌تر در این مرحله بهتر است که تفسیر توصیفی خود را طی دو مرحله انجام دهیم: ابتدا تفسیر کلی و سپس تفسیر دقیق (جزئی).

دفعات باز و بسته شدن
درپوش آبشی (در دقیقه)



شکل ۱۲

نمودار شماره ۱: تأثیر درجه حرارت آب در دفعات باز و بسته شدن درپوش آبشی در نوعی ماهی

مثال:

تفسیر کلی نمودار بالا: افزایش دمای آب تا حدود ۲۳ درجه سانتی‌گراد شدیداً سبب افزایش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبش

تفسیر نمودار

تفسیر نمودار، روشن کردن و تبیین مفاهیم نمودار است. به عبارت دیگر، تفسیر نمودار ارائه برداشت‌های علمی است که از داده‌های منعکس در نمودار داریم، ممکن است این برداشت از نمودار از نوع جمع‌بندی و یا از نوع تحلیلی باشد. به عبارت دیگر تفسیر

ماهی شده است؛ ولی در ادامه افزایش بیشتر دما برعکس به شدت سبب کاهش باز و بسته شدن درپوش آبششی ماهی شده است.

تفسیر دقیق (جزئی)

افزایش دمای آب از ۱۰ به ۱۵ درجه سانتی‌گراد با سرعت نسبتاً زیادی باعث افزایش تعداد باز و بسته شدن آبششی در ماهی شده است؛ ولی در ادامه افزایش دمای آب از ۱۵ به ۲۰ درجه سانتی‌گراد با سرعت کمتری سبب افزایش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبششی ماهی شده، سپس افزایش دمای آب از ۲۰ به ۲۳ درجه سانتی‌گراد با سرعت بسیار زیادی باعث افزایش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبششی در ماهی شده است. در ادامه افزایش دمای آب از ۲۳ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد با سرعت نسبتاً زیادی باعث کاهش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبششی ماهی شده است و بعد افزایش دمای آب از ۲۵ به ۲۷ درجه سانتی‌گراد با سرعت بسیار زیادی سبب کاهش تعداد باز و بسته شدن درپوش آبششی ماهی مورد آزمایش شده است.

تفسیر تحلیلی نمودار

تفسیر تحلیلی در ادامه تفسیر نمودار انجام می‌گیرد. در این نوع تفسیر سعی می‌شود تا علل تغییراتی که در رابطه بین عامل مستقل و عامل وابسته (که در تفسیر توصیفی) ذکر شد، با توجه به حقایق علمی بیان شود و مورد تحلیل قرار گیرد. بدیهی است که در این امر، دانشی که از زیست‌شناسی و دیگر علوم مانند شیمی، فیزیک و غیره داریم ما را یاری می‌کند.

هر یک از محورها در حکم یک خط‌کش است، یعنی فواصل روی هر یک از آن‌ها برابر است و از کم به زیاد منظم می‌شود. هر چند که ممکن است در مواردی مجبور شویم همه اعداد جدول داده‌ها را روی محورها نیاوریم، در این حالت اعداد مذکور باید در فواصل بین اعداد نوشته شده قرار بگیرند

مثال:

تفسیر تحلیلی نمودار بالا: افزایش دمای آبی که ماهی در آن قرار دارد از ۱۰ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد، سبب کاهش انحلال گاز اکسیژن در آب می‌شود و بر اثر کمبود اکسیژن در آب اجباراً تعداد دفعات تنفس ماهی (دفعات باز و بسته شدن درپوش آبششی) در دقیقه افزایش می‌یابد ولی افزایش دمای آب از ۲۳ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد نیز گرچه تا حدی سبب کاهش اکسیژن آب می‌شود، ولی به علت فراهم شدن فرصت سازگاری برای ماهی، در ادامه افزایش دما باعث

کاهش تعداد تنفس ماهی در دقیقه می‌شود.

تذکر: هرچه دانش ما از پدیده‌های علمی بیشتر باشد، به ما بهتر کمک می‌کند تا بتوانیم تغییرات جزئی‌تری را که در تفسیر توصیفی با آن‌ها روبه‌رو هستیم، درک کنیم و در تجزیه و تحلیل و بیان علل و ارتباط بین آن‌ها موفق‌تر باشیم. مثلاً در مورد علت افزایش شدید تنفس با افزایش دمای آب، علاوه بر کاهش انحلال گاز اکسیژن در

تفسیر نمودار، روشن کردن و تبیین مفاهیم نمودار است. به عبارت دیگر، تفسیر نمودار ارائه برداشت‌های علمی است که از داده‌های منعکس در نمودار داریم

آب، این عامل دیگری نیز دخیل است. عامل دیگر این است که با افزایش دمای آب واکنش‌های شیمیایی و فیزیولوژیک سلول‌های بدن ماهی نیز افزایش می‌یابند و لذا شدت تنفس در این حالت در ماهی به بالا می‌رود.

پی‌نوشت

1. graph
2. Line graphs
3. Bar charts
4. Pie graphs
5. Variable independent
6. Variable Dependent
7. Unit

منابع

1. www.lhsbiology.weebly.com/uploads/.../graphing_in the biology lab.doc
2. www.library.auckland.ac.nz/.../getting_good_marks in biology.pdf
3. www.misterguch.brinkster.net/graph.html
4. www.mtnbrook.k12.al.us/cms/Rules...Graphing...Biology/6002.html
5. www.staff.tuhsd.k12.az.us/gfoster/standard/bgraph.htm
6. www.teacherweb.com/FL/.../deLaVega/ib_biology_booklet.pdf
7. www.tfscientist.hubpages.com/hub/How-to-Draw-a-Scientific-Graph