«نمک‌زدایی خانگی» با استفاده از معادله‌های دیفرانسیل

نویسنده: دکتر آرش کامیاب

نمک یکی از ترکیب‌های آشنا در زندگی روزمره است. بیشتر ما نمک را با غذا می‌شناسیم، اما نمک در صنعت، کشاورزی و حتی پزشکی هم نقش مهمی دارد. در این مقاله می‌خواهیم یک مسئله ساده درباره نمک را با زبان معادله‌های دیفرانسیل بررسی کنیم. هدف این است که نشان دهیم چگونه می‌توان با چند فرض منطقی، رفتار نمک در آب را پیش‌بینی کرد و از آن برای طراحی یک روش خانگی برای کاهش شوری آب استفاده کرد.

فرض کنید ظرفی داریم که در آن V لیتر آب ریخته شده است. در لحظه t (بر حسب دقیقه) مقدار نمک حل‌شده در آب را با $x(t)$ نشان می‌دهیم و واحد آن را گرم در نظر می‌گیریم. غلظت نمک در هر لحظه برابر است با $c(t)=\frac{x(t)}{V}$. اگر آب ورودی نمک نداشته باشد و آب خروجی با همان آهنگ وارد شود، تغییر مقدار نمک در زمان کوتاه Δt تقریباً برابر است با $-c(t)\,r\,\Delta t$، که r آهنگ جریان آب بر حسب لیتر در دقیقه است. علامت منفی نشان می‌دهد که مقدار نمک کم می‌شود.

از این رابطه به معادله دیفرانسیل $\frac{dx}{dt}=-\frac{r}{V}x$ می‌رسیم. جواب این معادله به شکل $x(t)=x_0 e^{-rt/V}$ است، که x_0 مقدار اولیه نمک است. این رابطه نشان می‌دهد که نمک به‌تدریج کم می‌شود، اما هرگز دقیقاً صفر نمی‌شود. برای کاربرد عملی، معمولاً می‌پرسیم پس از چند دقیقه غلظت به زیر یک حد مجاز می‌رسد. مثلاً اگر بخواهیم $x(t)$ کمتر از $0.1x_0$ شود، باید $t>2.3V/r$ باشد.

برای یک ظرف ۱۰ لیتری و آهنگ ۲ لیتر در دقیقه، حدود ۱۱ دقیقه صبر کافی است تا نمک تا حد زیادی خارج شود. این مدل ساده نشان می‌دهد که کاهش نمک فقط به مقدار اولیه بستگی ندارد، بلکه به نسبت r/V هم وابسته است. یعنی اگر ظرف بزرگ‌تر باشد، همان مقدار آب بیشتری لازم است تا نمک به همان اندازه کم شود.

در عمل، آب ورودی معمولاً نمک دارد و آب خروجی هم ممکن است با سرعت‌های متفاوت جریان پیدا کند. با این حال، همین مدل ساده به ما کمک می‌کند تا درباره مقدار آب لازم برای رقیق‌سازی و زمان تقریبی آزمایش تصمیم‌های منطقی بگیریم. در آموزش علوم پایه نیز چنین مثال‌هایی نشان می‌دهد که ریاضی فقط مجموعه‌ای از فرمول‌ها نیست، بلکه زبانی برای توصیف رفتار چیزهای واقعی است.

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه میزبان ۱۲۰ غرفه‌دار شد

گزارش: مهسا رادمنش

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه صبح‌زود پذیرای ۱۲۰ غرفه‌دار از روستاهای ساحلی و جزیره‌ای است. این بازار از ساعت ۶ تا ۱۳ برپاست و بیشتر خریداران آن را خانوارهای شهری تشکیل می‌دهند که برای تهیه ماهی تازه از شهرهای دور به اینجا می‌آیند. به گفته برگزارکنندگان، در روز نخست بیش از ۹ هزار نفر از بازار بازدید کرده‌اند.

محمدرضا کاویانی، دهیار روستای ماهی‌دود، گفت: «سال‌ها صیادان ما مجبور بودند ماهی را به واسطه‌ها بفروشند و سهم اصلی سود به دست آنها می‌رسید. با ایجاد این بازار، صیاد خودش قیمت کار خود را تعیین می‌کند.» او افزود که ۴۰ خانوار صیاد در این روستا زندگی می‌کنند و بیشتر آنها از ۵ سالگی پشت قایق بوده‌اند.

بر اساس توافق اولیه، هر غرفه‌دار روزانه ۵۰ هزار تومان برای اجاره جایگاه پرداخت می‌کند و آب شرب، برق و سرویس بهداشتی رایگان است. مسئولان بازار می‌گویند ۱۵ درصد درآمد حاصل از اجاره غرفه‌ها صرف نگهداری اسکله و ساخت یک سردخانه کوچک خواهد شد. همچنین قرار است تا پایان آذر ۲۰ غرفه دیگر به بخش سرپوشیده بازار اضافه شود.

با این حال، برخی صیادان از ازدحام جمعیت و نبود پارکینگ کافی گلایه دارند. رضا نوروزی، صیاد ۵۲ ساله‌ای که ۳۰ سال است در این منطقه ماهی می‌گیرد، گفت: «روز جمعه ترافیک خفه‌کننده است و مشتری‌ها از ترس ماشین جلو نمی‌آیند.» مسئولان وعده داده‌اند که تا پایان دی ماه یک پارکینگ ۱۵۰ جایگاهی در ورودی روستا ساخته شود.

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه میزبان ۱۲۰ غرفه‌دار شد

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه صبح‌زود پذیرای ۱۲۰ غرفه‌دار از روستاهای ساحلی و جزیره‌ای است. این بازار از ساعت ۶ تا ۱۳ برپاست و بیشتر خریداران آن را خانوارهای شهری تشکیل می‌دهند که برای تهیه ماهی تازه از شهرهای دور به اینجا می‌آیند. به گفته برگزارکنندگان، در روز نخست بیش از ۹ هزار نفر از بازار بازدید کرده‌اند.

محمدرضا کاویانی، دهیار روستای ماهی‌دود، گفت: «سال‌ها صیادان ما مجبور بودند ماهی را به واسطه‌ها بفروشند و سهم اصلی سود به دست آنها می‌رسید. با ایجاد این بازار، صیاد خودش قیمت کار خود را تعیین می‌کند.» او افزود که ۴۰ خانوار صیاد در این روستا زندگی می‌کنند و بیشتر آنها از ۵ سالگی پشت قایق بوده‌اند.

بر اساس توافق اولیه، هر غرفه‌دار روزانه ۵۰ هزار تومان برای اجاره جایگاه پرداخت می‌کند و آب شرب، برق و سرویس بهداشتی رایگان است. مسئولان بازار می‌گویند ۱۵ درصد درآمد حاصل از اجاره غرفه‌ها صرف نگهداری اسکله و ساخت یک سردخانه کوچک خواهد شد. همچنین قرار است تا پایان آذر ۲۰ غرفه دیگر به بخش سرپوشیده بازار اضافه شود.

با این حال، برخی صیادان از ازدحام جمعیت و نبود پارکینگ کافی گلایه دارند. رضا نوروزی، صیاد ۵۲ ساله‌ای که ۳۰ سال است در این منطقه ماهی می‌گیرد، گفت: «روز جمعه ترافیک خفه‌کننده است و مشتری‌ها از ترس ماشین جلو نمی‌آیند.» مسئولان وعده داده‌اند که تا پایان دی ماه یک پارکینگ ۱۵۰ جایگاهی در ورودی روستا ساخته شود.

«نمک‌زدایی خانگی» با استفاده از معادله‌های دیفرانسیل

نویسنده: دکتر آرش کامیاب

نمک یکی از آشناترین ترکیب‌های زندگی روزمره است. بیشتر ما نمک را با غذا می‌شناسیم، اما نمک در صنعت، کشاورزی و حتی پزشکی هم نقش مهمی دارد. در این مقاله می‌خواهیم یک مسئله ساده درباره نمک را با زبان معادله‌های دیفرانسیل بررسی کنیم. هدف این است که نشان دهیم چگونه می‌توان با چند فرض منطقی، رفتار نمک در آب را پیش‌بینی کرد و از آن برای طراحی یک روش خانگی برای کاهش شوری آب استفاده کرد.

فرض کنید ظرفی داریم که در آن V لیتر آب ریخته شده است. در لحظه t (بر حسب دقیقه) مقدار نمک حل‌شده در آب را با $x(t)$ نشان می‌دهیم و واحد آن را گرم در نظر می‌گیریم. غلظت نمک در هر لحظه برابر است با $c(t)=\frac{x(t)}{V}$. اگر آب ورودی نمک نداشته باشد و آب خروجی با همان آهنگ وارد شود، تغییر مقدار نمک در زمان کوتاه Δt تقریباً برابر است با $-c(t)\,r\,\Delta t$، که r آهنگ جریان آب بر حسب لیتر در دقیقه است. علامت منفی نشان می‌دهد که مقدار نمک کم می‌شود.

از این رابطه به معادله دیفرانسیل $\frac{dx}{dt}=-\frac{r}{V}x$ می‌رسیم. جواب این معادله به شکل $x(t)=x_0 e^{-rt/V}$ است، که x_0 مقدار اولیه نمک است. این رابطه نشان می‌دهد که نمک به‌تدریج کم می‌شود، اما هرگز دقیقاً صفر نمی‌شود. برای کاربرد عملی، معمولاً می‌پرسیم پس از چند دقیقه غلظت به زیر یک حد مجاز می‌رسد. مثلاً اگر بخواهیم $x(t)$ کمتر از $0.1x_0$ شود، باید $t>2.3V/r$ باشد.

برای یک ظرف ۱۰ لیتری و آهنگ ۲ لیتر در دقیقه، حدود ۱۱ دقیقه صبر کافی است تا نمک تا حد زیادی خارج شود. این مدل ساده نشان می‌دهد که کاهش نمک فقط به مقدار اولیه بستگی ندارد، بلکه به نسبت r/V هم وابسته است. یعنی اگر ظرف بزرگ‌تر باشد، همان مقدار آب بیشتری لازم است تا نمک به همان اندازه کم شود.

در عمل، آب ورودی معمولاً نمک دارد و آب خروجی هم ممکن است با سرعت‌های متفاوت جریان پیدا کند. با این حال، همین مدل ساده به ما کمک می‌کند تا درباره مقدار آب لازم برای رقیق‌سازی و زمان تقریبی آزمایش تصمیم‌های منطقی بگیریم. در آموزش علوم پایه نیز چنین مثال‌هایی نشان می‌دهد که ریاضی فقط مجموعه‌ای از فرمول‌ها نیست، بلکه زبانی برای توصیف رفتار چیزهای واقعی است.

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه میزبان ۱۲۰ غرفه‌دار شد

گزارش: مهسا رادمنش

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه صبح‌زود پذیرای ۱۲۰ غرفه‌دار از روستاهای ساحلی و جزیره‌ای است. این بازار از ساعت ۶ تا ۱۳ برپاست و بیشتر خریداران آن را خانوارهای شهری تشکیل می‌دهند که برای تهیه ماهی تازه از شهرهای دور به اینجا می‌آیند. به گفته برگزارکنندگان، در روز نخست بیش از ۹ هزار نفر از بازار بازدید کرده‌اند.

محمدرضا کاویانی، دهیار روستای ماهی‌دود، گفت: «سال‌ها صیادان ما مجبور بودند ماهی را به واسطه‌ها بفروشند و سهم اصلی سود به دست آنها می‌رسید. با ایجاد این بازار، صیاد خودش قیمت کار خود را تعیین می‌کند.» او افزود که ۴۰ خانوار صیاد در این روستا زندگی می‌کنند و بیشتر آنها از ۵ سالگی پشت قایق بوده‌اند.

بر اساس توافق اولیه، هر غرفه‌دار روزانه ۵۰ هزار تومان برای اجاره جایگاه پرداخت می‌کند و آب شرب، برق و سرویس بهداشتی رایگان است. مسئولان بازار می‌گویند ۱۵ درصد درآمد حاصل از اجاره غرفه‌ها صرف نگهداری اسکله و ساخت یک سردخانه کوچک خواهد شد. همچنین قرار است تا پایان آذر ۲۰ غرفه دیگر به بخش سرپوشیده بازار اضافه شود.

با این حال، برخی صیادان از ازدحام جمعیت و نبود پارکینگ کافی گلایه دارند. رضا نوروزی، صیاد ۵۲ ساله‌ای که ۳۰ سال است در این منطقه ماهی می‌گیرد، گفت: «روز جمعه ترافیک خفه‌کننده است و مشتری‌ها از ترس ماشین جلو نمی‌آیند.» مسئولان وعده داده‌اند که تا پایان دی ماه یک پارکینگ ۱۵۰ جایگاهی در ورودی روستا ساخته شود.

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه میزبان ۱۲۰ غرفه‌دار شد

گزارش: مهسا رادمنش

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه صبح‌زود پذیرای ۱۲۰ غرفه‌دار از روستاهای ساحلی و جزیره‌ای است. این بازار از ساعت ۶ تا ۱۳ برپاست و بیشتر خریداران آن را خانوارهای شهری تشکیل می‌دهند که برای تهیه ماهی تازه از شهرهای دور به اینجا می‌آیند. به گفته برگزارکنندگان، در روز نخست بیش از ۹ هزار نفر از بازار بازدید کرده‌اند.

محمدرضا کاویانی، دهیار روستای ماهی‌دود، گفت: «سال‌ها صیادان ما مجبور بودند ماهی را به واسطه‌ها بفروشند و سهم اصلی سود به دست آنها می‌رسید. با ایجاد این بازار، صیاد خودش قیمت کار خود را تعیین می‌کند.» او افزود که ۴۰ خانوار صیاد در این روستا زندگی می‌کنند و بیشتر آنها از ۵ سالگی پشت قایق بوده‌اند.

بر اساس توافق اولیه، هر غرفه‌دار روزانه ۵۰ هزار تومان برای اجاره جایگاه پرداخت می‌کند و آب شرب، برق و سرویس بهداشتی رایگان است. مسئولان بازار می‌گویند ۱۵ درصد درآمد حاصل از اجاره غرفه‌ها صرف نگهداری اسکله و ساخت یک سردخانه کوچک خواهد شد. همچنین قرار است تا پایان آذر ۲۰ غرفه دیگر به بخش سرپوشیده بازار اضافه شود.

با این حال، برخی صیادان از ازدحام جمعیت و نبود پارکینگ کافی گلایه دارند. رضا نوروزی، صیاد ۵۲ ساله‌ای که ۳۰ سال است در این منطقه ماهی می‌گیرد، گفت: «روز جمعه ترافیک خفه‌کننده است و مشتری‌ها از ترس ماشین جلو نمی‌آیند.» مسئولان وعده داده‌اند که تا پایان دی ماه یک پارکینگ ۱۵۰ جایگاهی در ورودی روستا ساخته شود.

«نمک‌زدایی خانگی» با استفاده از معادله‌های دیفرانسیل

نویسنده: دکتر آرش کامیاب

نمک یکی از آشناترین ترکیب‌های زندگی روزمره است. بیشتر ما نمک را با غذا می‌شناسیم، اما نمک در صنعت، کشاورزی و حتی پزشکی هم نقش مهمی دارد. در این مقاله می‌خواهیم یک مسئله ساده درباره نمک را با زبان معادله‌های دیفرانسیل بررسی کنیم. هدف این است که نشان دهیم چگونه می‌توان با چند فرض منطقی، رفتار نمک در آب را پیش‌بینی کرد و از آن برای طراحی یک روش خانگی برای کاهش شوری آب استفاده کرد.

فرض کنید ظرفی داریم که در آن V لیتر آب ریخته شده است. در لحظه t (بر حسب دقیقه) مقدار نمک حل‌شده در آب را با $x(t)$ نشان می‌دهیم و واحد آن را گرم در نظر می‌گیریم. غلظت نمک در هر لحظه برابر است با $c(t)=\frac{x(t)}{V}$. اگر آب ورودی نمک نداشته باشد و آب خروجی با همان آهنگ وارد شود، تغییر مقدار نمک در زمان کوتاه Δt تقریباً برابر است با $-c(t)\,r\,\Delta t$، که r آهنگ جریان آب بر حسب لیتر در دقیقه است. علامت منفی نشان می‌دهد که مقدار نمک کم می‌شود.

از این رابطه به معادله دیفرانسیل $\frac{dx}{dt}=-\frac{r}{V}x$ می‌رسیم. جواب این معادله به شکل $x(t)=x_0 e^{-rt/V}$ است، که x_0 مقدار اولیه نمک است. این رابطه نشان می‌دهد که نمک به‌تدریج کم می‌شود، اما هرگز دقیقاً صفر نمی‌شود. برای کاربرد عملی، معمولاً می‌پرسیم پس از چند دقیقه غلظت به زیر یک حد مجاز می‌رسد. مثلاً اگر بخواهیم $x(t)$ کمتر از $0.1x_0$ شود، باید $t>2.3V/r$ باشد.

برای یک ظرف ۱۰ لیتری و آهنگ ۲ لیتر در دقیقه، حدود ۱۱ دقیقه صبر کافی است تا نمک تا حد زیادی خارج شود. این مدل ساده نشان می‌دهد که کاهش نمک فقط به مقدار اولیه بستگی ندارد، بلکه به نسبت r/V هم وابسته است. یعنی اگر ظرف بزرگ‌تر باشد، همان مقدار آب بیشتری لازم است تا نمک به همان اندازه کم شود.

در عمل، آب ورودی معمولاً نمک دارد و آب خروجی هم ممکن است با سرعت‌های متفاوت جریان پیدا کند. با این حال، همین مدل ساده به ما کمک می‌کند تا درباره مقدار آب لازم برای رقیق‌سازی و زمان تقریبی آزمایش تصمیم‌های منطقی بگیریم. در آموزش علوم پایه نیز چنین مثال‌هایی نشان می‌دهد که ریاضی فقط مجموعه‌ای از فرمول‌ها نیست، بلکه زبانی برای توصیف رفتار چیزهای واقعی است.

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه میزبان ۱۲۰ غرفه‌دار شد

گزارش: مهسا رادمنش

بازار ماهی‌دود هر پنجشنبه صبح‌زود پذیرای ۱۲۰ غرفه‌دار از روستاهای ساحلی و جزیره‌ای است. این بازار از ساعت ۶ تا ۱۳ برپاست و بیشتر خریداران آن را خانوارهای شهری تشکیل می‌دهند که برای تهیه ماهی تازه از شهرهای دور به اینجا می‌آیند. به گفته برگزارکنندگان، در روز نخست بیش از ۹ هزار نفر از بازار بازدید کرده‌اند.

محمدرضا کاویانی، دهیار روستای ماهی‌دود، گفت: «سال‌ها صیادان ما مجبور بودند ماهی را به واسطه‌ها بفروشند و سهم اصلی سود به دست آنها می‌رسید. با ایجاد این بازار، صیاد خودش قیمت کار خود را تعیین می‌کند.» او افزود که ۴۰ خانوار صیاد در این روستا زندگی می‌کنند و بیشتر آنها از ۵ سالگی پشت قایق بوده‌اند.

بر اساس توافق اولیه، هر غرفه‌دار روزانه ۵۰ هزار تومان برای اجاره جایگاه پرداخت می‌کند و آب شرب، برق و سرویس بهداشتی رایگان است. مسئولان بازار می‌گویند ۱۵ درصد درآمد حاصل از اجاره غرفه‌ها صرف نگهداری اسکله و ساخت یک سردخانه کوچک خواهد شد. همچنین قرار است تا پایان آذر ۲۰ غرفه دیگر به بخش سرپوشیده بازار اضافه شود.

با این حال، برخی صیادان از ازدحام جمعیت و نبود پارکینگ کافی گلایه دارند. رضا نوروزی، صیاد ۵۲ ساله‌ای که ۳۰ سال است در این منطقه ماهی می‌گیرد، گفت: «روز جمعه ترافیک خفه‌کننده است و مشتری‌ها از ترس ماشین جلو نمی‌آیند.» مسئولان وعده داده‌اند که تا پایان دی ماه یک پارکینگ ۱۵۰ جایگاهی در ورودی روستا ساخته شود.