

მარჯნის რიფის კრიზისი – ინტეგრირებული ქეისი

ავტორი [თინათინ ზარდიაშვილი](#)

მაგალითებზე დაფუძნებული სწავლების უპირატესობაზე კოლეჯებისა და უნივერსიტეტების სტუდენტებიც საუბრობენ. დავალება განკუთვნილია მეცხრე კლასელი მოსწავლეებისთვის. ქიმიაში ფარავს ცნება ნივთიერებას და ფიზიკურ და ქიმიურ პროცესებს, ბიოლოგიაში სტრუქტურასა და ფუნქციას, ბიომრავალფეროვნებას და სასიცოცხლო თვისებებს. ქეისში მოსწავლეები ახსნიან მარჯნის რიფის გაუფერულების ქიმიურ მიზეზს.

აქტივობა 1: ქეისის შინაარსის გაცნობა. მოსწავლეები წაიკითხავენ დამატებით ინფორმაციას. კლასის საჭიროების მიხედვით ჯგუფებში ინგლისურის მასწავლებლის ჩართულობით კარგი იქნება თუ დაამუშავენ გამოყენებულ ლიტერატურაში მითითებულ წყაროებს:

- [დიდი ბარიერული რიფის მარჯნები იბრძვიან სწრაფი აღდგენისთვის;](#)
- [ეს ქმნილებები სხვა სამყაროში არიან. ისინი აზიანებენ რიფს.](#)
- [ფილიპინების მარჯნის რიფები მსოფლიოში ყველაზე ცოცხალია, თუმცა საფრთხის ქვეშ;](#)
- [კლიმატის ცვლილებისადმი მდგრადი მარჯნები – რიფების გადარჩენის იმედი;](#)
- <https://netgazeti.ge/art/21589/> მარჯნის რიფები საფრთხეშია;
- [მარჯნის რიფები საფრთხეშია,](#)

დამატებითი ინფორმაცია: ნებისმიერ ადამიანს, ვისაც მარილიანი წყლის აკვარიუმში თვალისმომჭრელი ფერები უნახავს, შეუძლებელია არ მოხიბულიყო წყლის სამყაროს მრავალფეროვნებით. ისე მკაფიოდ არსად ჩანს ორგანიზმების ურთიერთობების მრავალი ფორმა, როგორც მარჯნის რიფში. მარჯნის რიფის ბიომები წარმოადგენს ზღვის ეკოსისტემების 1%-ს, თუმცა მასში ოკეანის თევზების ¼ ცხოვრობს. ზღვების შემსწავლელმა მეცნიერებმა იციან, რომ მარჯნის რიფების ჯანმრთელობა კარგი ინდიკატორია ოკეანისა და ზოგადად პლანეტის ჯანმრთელობისა. ცოტა ხნის წინ მარჯნის რიფებზე გამოვლინდა დაზიანებები, რაც გამაფრთხილებელი ნიშანია. დაზიანების მიზეზების დადგენა მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს მისი „მკურნალობის“ და გამოჯანმრთელების პროცესს.



(სურათი: ჯანმრთელი და გაუფერულებული რიფების მაგალითები).

(წყარო: ჯედეკიანა რეზერვუარი და მუნიციპალიტეტი ჯედეკიანა)

ჯანმრთელი მარჯნის პოლიპები იზრდებიან გამოყოფილ კალციუმის კარბონატზე CaCO_3 . გათეთრებული რიფი მიანიშნებს მხოლოდ CaCO_3 -ზე ჯანმრთელი პოლიპების გარეშე.

მარჯანი ხორცისმჭამელი უხერხემლო ცხოველია, ის ნაწლავდრუიანებს მიეკუთვნება, მას ნაზი და რბილი ორგანიზმი აქვს. მარჯნის პოლიპები მტაცებლები არიან. სიმბიოზური ურთიერთობა აქვთ წყალმცენარეებთან, რომლებიც მათ სიახლოვეში ცხოვრობენ. წყალმცენარე ფოტოსინთეზის გზით წარმოქმნის საკვებს, რომლითაც წვრილი ორგანიზმები იკვებებიან, წყალმცენარესთან მოსული ორგანიზმი პოლიპის მსხვერპლი ხდება. ამავე დროს მარჯნის მიერ წარმოებული კირქვა წყალმცენარისთვის საიმედო საყრდენია. რიფი ფართოვდება, ფარავს წყლის დიდ ნაწილს, ბოლოს ბიომად გადაიქცევა.

წყალმცენარეები, რომლებიც ცხოვრობენ პოლიპების ქსოვილში, განსაზღვრავენ რიფის შეფერილობას. როცა მარჯანი განიცდის გარემოს ზემოქმედებას, სტრესს, ის განდევნის წყალმცენარეებს, შედეგად კარგავს ფერს. ამ პროცესს მარჯნის რიფის გაუფერულება ეწოდება. ფერი თეთრია, რისი მიზეზიც კალციუმის კარბონატი CaCO_3 და ჯანმრთელი პოლიპების არ არსებობაა. ორი ძირითადი სტრესორი, რომელიც გავლენას ახდენს მარჯნის შეფერილობაზე არის წყლის ტემპერატურა და ოკეანის წყლის pH-ის ცვლილება.

ჯანმრთელი მარჯანი რიფის სიცოცხლის და მასთან დაკავშირებული ორგანიზმების სიჯანსაღის საფუძველია. მარჯნის რიფი ნელა იზრდება, ზოგიერთი მათგანი 50 მლნ წლისაა. გაუფერულება მეცნიერებს აშფოთებთ, რადგან რიფების განახლება ძალიან ნელა ხდება და სტრესის გადალახვაც ძალიან რთულად შეუძლიათ. მარჯნების უმრავლესობა წელიწადში მხოლოდ ერთხელ მრავლდება.

1998 წლამდე გაუფერულების მოვლენა 6 წელიწადში ერთხელ ხდებოდა. მასიური გაუფერულება 2014-2017 წლებში მოხდა 36 თვის განმავლობაში. ავსტრალიის დიდმა

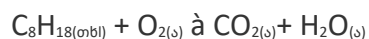
ბარიერულმა რიფმა 2016 წელს მარჯნების 30% დაკარგა. მეცნიერების ვარაუდით, ხელსაყრელი გარემო პირობების შემთხვევაში მის აღდგენას დაახლოებით 10 წელი დასჭირდება.

აქტივობა 2: პრობლემის გამომწვევი მიზეზების გაცნობა და მსჯელობა; (მოსწავლეები ქიმიის გაკვეთილზე გაიხსენებენ ნივთიერებების წყალში ხსნადობის სხვადასხვა ფაქტორზე დამოკიდებულებას. ასევე წყალბადიონთა კონცენტრაციაზე.

ინდუსტრიული რევოლუციის დაწყებამდე CO₂-ის რაოდენობა ატმოსფეროში სტაბილურად უმნიშვნელოდ იზრდებოდა, თუმცა ისეთი დონისთვის არასდროს მიუღწევია, როგორიც დღეს არის. ადამიანების უმრავლესობა ნახშირორჟანგს მხოლოდ სათბურის ეფექტისა და გლობალური დათბობის მიზეზად განიხილავს, თუმცა CO₂ სხვა მნიშვნელოვან გავლენასაც ახდენს გარემოზე. ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის რაოდენობის ზრდის გამო მისი გარკვეული ნაწილი იხსნება ოკეანის წყალში. სადაც გარდაიქმნება ნახშირმჟავად. რაც იწვევს წყლის გამჟავებას. დაბალი pH მარჯნის პოლიპისთვის სერიოზული სტრესორია. 1800 წლიდან წყლის pH 0.1-ით შემცირდა. ეს რიცხვი ძალიან პატარაა, თუმცა ზღვის წყალში მჟავას რაოდენობის 10-ჯერ გაზრდას გამოხატავს.

ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის გაზრდის მიზეზი საწვავზე და ენერგიაზე ადამიანის მოთხოვნილების ზრდაა. შეშის, ქვანახშირისა და ნავთობის წვისას უზარმაზარი რაოდენობის CO₂ გამოიყოფა.

განვიხილოთ ოქტანის წვა C₈H₁₈.

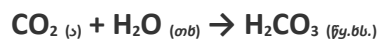


1. შეარჩიე კოეფიციენტები;
2. ბენზინის სიმკვრივეა 7489 გ/მლ. გამოთვალე 3785 მლ ბენზინის მასა;
3. გამოთვალე წვის შედეგად გამოყოფილი CO₂-ის მასა, რომელსაც ზემოთ მოცემული მასის ოქტანი გამოყოფს;
4. საშუალოდ აშშ-ში დღეში ერთ ადამიანზე მოდის 3180 ლიტრი ბენზინი. თუ ეს ბენზინი მთლიანად დაიწვება, რა რაოდენობის ნახშირორჟანგი CO₂ გამოიყოფა დღეში?

5. ამერიკის მოსახლეობა დაახლოებით 327 მილიონია. ამ მონაცემებზე დაყრდნობით ივარაუდე დაახლოებით რას უდრის გამოთავისუფლებული ნახშირორჟანგის რაოდენობა დღეში;
6. რა მოცულობის ნახშირორჟანგი გამოიყოფა წელიწადში?
7. ადამიანის პოპულაცია მსოფლიოში 7.7 მილიარდია 2019 წლის 12 დეკემბრის მონაცემებით. ყველა მოქალაქეს იმდენი საწვავი რომ გამოეყენებინა, რასაც აშშ-ს მოქალაქე, სულ რა რაოდენობის ნახშირორჟანგი CO₂ წარმოიქმნებოდა?
8. მსგავსი ამოცანა შეადგინე შენთვის სასურველ ქვეყანაზე, ამისთვის გეოგრაფიიდან მოსახლეობის რაოდენობის მოძიება გახდება საჭირო.

აქტივობა 3: მოსწავლეები გაეცნობიან CO₂-ის სხვა ეფექტს

როცა ატმოსფეროში იზრდება CO₂-ის კონცენტრაცია, უფრო მეტი გაზი იხსნება წყალში. ოკეანეებში თანდათან სტაბილურად იმატებს კარბონატის იონის კონცენტრაცია. გახსნილი CO₂ რეაქციაში შედის წყალთან და მიიღება ნახშირმჟავა (H₂CO₃), რომელიც რეაგირებს წყალთან და მიიღება ჰიდროქსონიუმის იონი H₃O⁺. ჰიდრონიუმი ყველაზე ძლიერო მჟავაა, წყალში არსებულ მჟავებს შორის.



pH სკალა ზომავს წყლის ნიმუშის მჟავიანობას. ნებისმიერი ხსნარის pH განისაზღვრება H₃O⁺ იონის კონცენტრაციით.

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$$

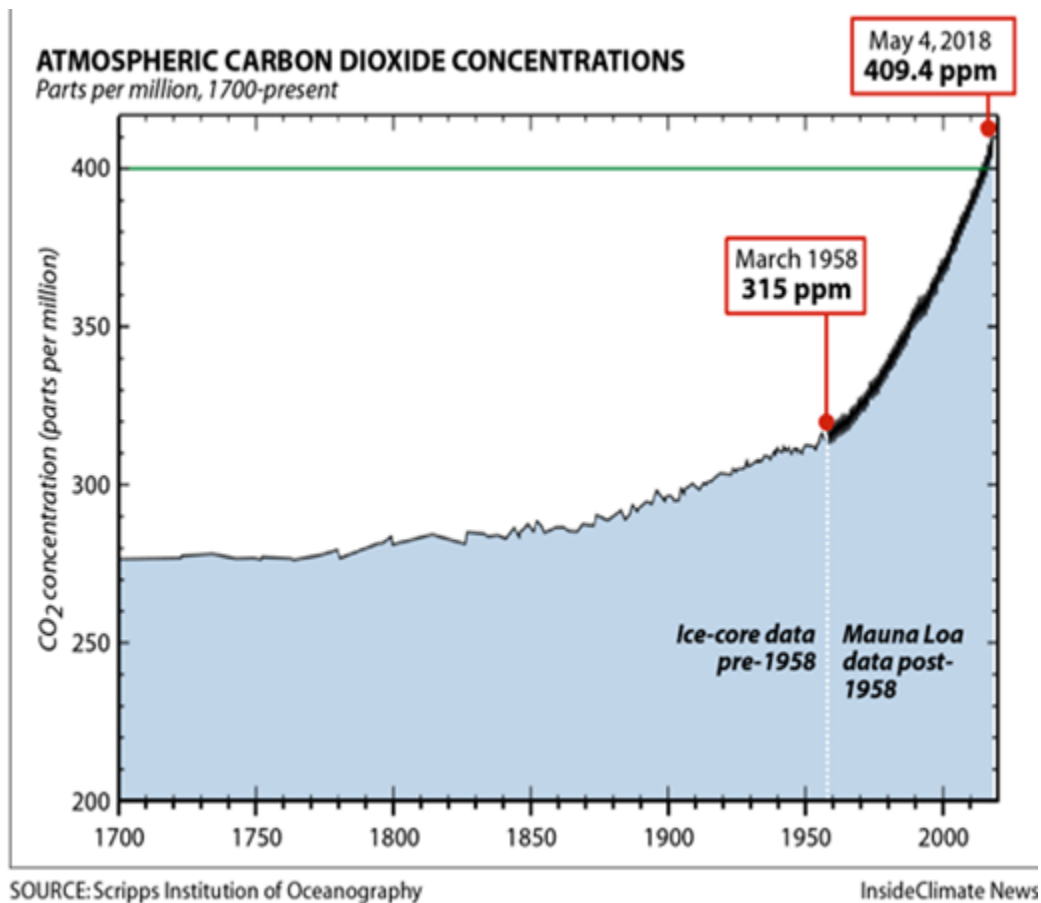
რადგან pH გამოსახავს უარყოფით ლოგარითმს, ამიტომ ჰიდროქსონიუმის იონის H₃O⁺ კონცენტრაციის გაზრდით მისი მნიშვნელობა მცირდება.

აქტივობა 4: დამატებითი დავალებები.

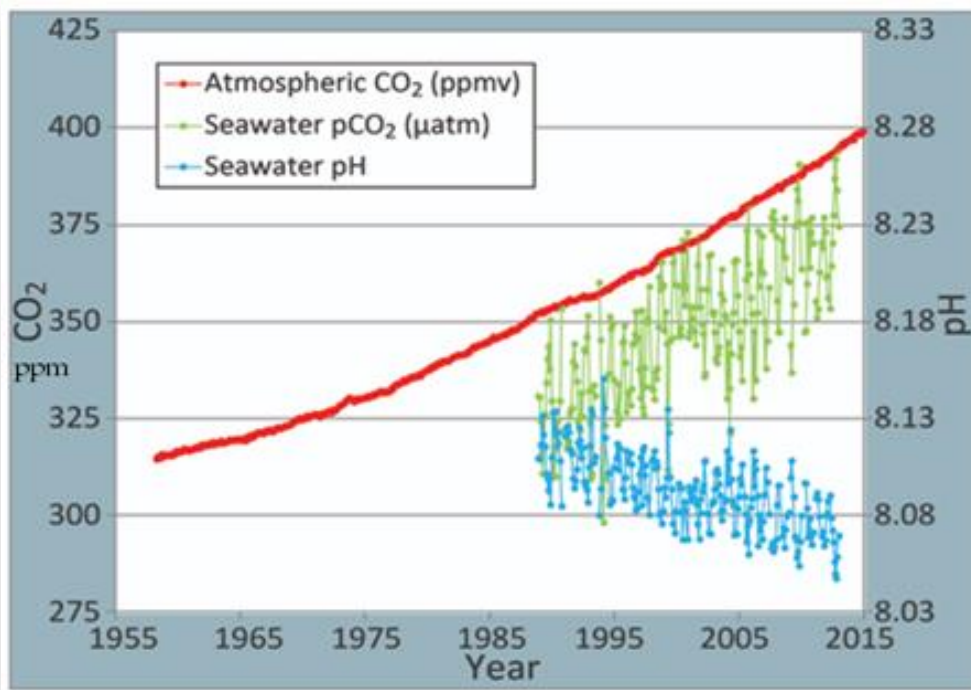
მონაცემების ანალიზი: (გრაფიკები აგებულია ცხრილის მონაცემების მიხედვით).

1. გრაფიკი 1-ის მიხედვით დაწერე გრაფიკის მოკლე შინაარსი. რა დასკვნის გაკეთება შეიძლება ამ მონაცემებით?

გრაფიკი 1. ატმოსფეროში CO_2 -ის კონცენტრაციის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკი.

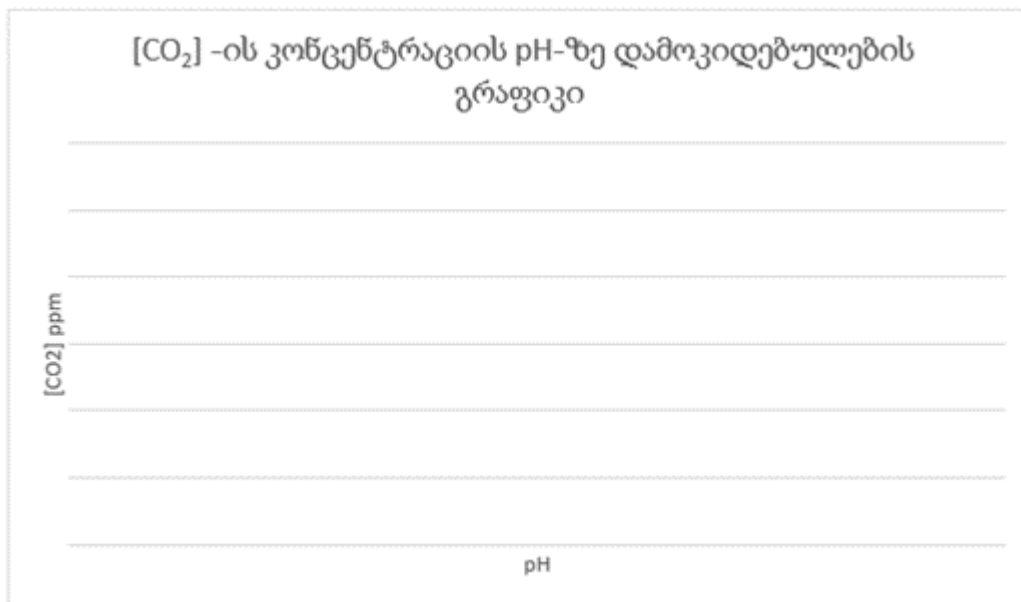


2. აღწერე დამოკიდებულება ატმოსფერული CO_2 -ს, მტკნარ წყალში არსებულ CO_2 -სა და ოკეანის pH-ს შორის.



გრაფიკი 2: ატმოსფეროში ნახშირორჟანგის დონე, ოკეანეში გახსნილი ნახშირორჟანგის რაოდენობა და წყლის pH .

3. $[CO_2]$ -ის კონცენტრაციის დროზე დამოკიდებულების გრაფიკის მიხედვით 1955-დან 2015 წლამდე, სად არის დამოკიდებულება წრფივი? ივარაუდეთ რა იქნება ნახშირორჟანგის კონცენტრაცია 2100 წლისთვის.
4. ცხრილ 1-ის მონაცემების მიხედვით ააგეთ ნახშირორჟანგის კონცენტრაციის $[CO_2]$ pH -ზე დამოკიდებულების გრაფიკი და შეადგინეთ წრფივი დამოკიდებულების გამომსახველი ფუნქცია. ივარაუდეთ 2100 წლისთვის pH -ის დონე და CO_2 -ის კონცენტრაცია.



5. რა გავლენას ახდენს ოკეანის მთლიან ეკოსისტემაზე მარჯნების სიკვდილი და თევზების ჰაბიტატის განადგურება?
6. მარჯნის რიფები ოკეანის სანაპირო ზოლს იცავს ეროზიისგან. რა გავლენას მოახდენს რიფის დაკარგვა პლაჟზე ქარიშხლისა და შტორმის დროს?
7. იმსჯელე მარჯნის გაუფერულების პროცესის ქიმიურ საფუძველზე და შეაფასე მისი როლი ეკოსისტემისთვის, ასევე დასახეთ გზები მისი გადარჩენისთვის.

გამოყენებული ლიტერატურა

1. <https://www.nationalgeographic.com/environment/2019/04/great-barrier-reef-coral-not-recovering-climate-change/>
2. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/crown-of-thorns-sea-stars-coral-reefs>
3. <https://www.nationalgeographic.com/magazine/article/philippines-reefs-are-some-of-the-most-vibrant-but-in-peril-feature>
4. <https://www.nationalgeographic.com/environment/article/climate-resilient-coral-species-offer-hope-for-world-reefs>
5. <https://news.nationalgeographic.com/news/2015/01/151015/coral-reef-death-climate-change-science-animals.html>

6. <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/unprecedented-3-years-global-coral-bleaching-2014%E2%80%932017>
7. <https://www.britannica.com/science/coral-bleaching>, February 6, 2019.
8. <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/ocean-warming>
9. <https://www.epa.gov/climate-indicators/climate-change-indicators-sea-surface-temperature>
10. Middlecamp, C., 2015, *Chemistry in Context. A Project of the American Chemical Society*, Eighth Edition, New York, McGraw-Hill Education, pages 254-256.
11. <https://netgazeti.ge/art/21589/> მარჯნის რიფები საფრთხეშია;
12. <https://nationalgeographic.ge/story/rifebis-gadarchena/> მარჯნის რიფები საფრთხეშია, მაისი 2021 წელი.

ცხრილი 1 (დანართი 1) . დედამიწის კლიმატის შემსწავლელი მეცნიერების მიერ შეგროვებული მონაცემები

წელი	ატმოსფეროში [CO ₂] (ppm)	თარიღი	ატმოსფერული წნევა CO ₂ (μ atm)	ოკეანის pH
1800	280.83	8-იან-89	324.3	8.1113
1810	281.65	5-იან-90	310.8	8.1183
1820	282.35	3-თებ-91	317.4	8.1006
1830	282.82	5-იან-92	324.1	8.1063
1840	283.38	20-იან-93	309.6	8.1071
1850	284.32	20-იან-94	298.3	8.1173
1860	285.74	6-თებ-95	326.9	8.0858
1870	287.35	17-იან-96	331.8	8.1042
1880	289.47	8-იან-97	330.4	8.0878
1890	292.46	11-იან-98	332.5	8.0877
1900	295.67	13-იან-99	352.7	8.0669
1910	299.38	3-თებ-00	346.3	8.0667
1920	304.25	17-იან-01	348.1	8.0843
1930	306.62	16-იან-02	347	8.0768
1940	311.36	17-იან-03	340.6	8.0832

1950	312.82	22-იან-04	344.7	8.0837
1960	316.62	2-თებ-05	343.5	8.0825
1970	324.78	25-იან-06	330.3	8.0921
1980	338.70	7-თებ-07	338	8.0868
1990	354.07	30-იან-08	347.4	8.0675
2000	369.12	21-იან-09	344.1	8.0761
2010	388.72	10-მარ-10	347.4	8.0734
2020	410.00	29-იან-11	355.4	8.07
		19-იან-12	356.3	8.0673
		13-იან-13	362.7	8.0547
		16-იან-14	363.4	8.0695
		25-თებ-15	365.4	8.0636
		13-იან-16	358.8	8.0817
		24-იან-17	371.8	8.0498
		2-იან-18	361.3	8.0673