



# IL MAR MEDITERRANEO SI RISCALDA

La sua biodiversità si modifica

GIANFRANCO D'ONGHIA - FRANCESCA CAPEZZUTO - LETIZIA SION

**I**l Mar Mediterraneo è un mare quasi completamente chiuso tra i continenti (*Mediterraneum*, "mare tra le terre"). Il suo limite più occidentale è rappresentato dallo Stretto di Gibilterra che lo connette con l'Oceano Atlantico, mentre quello nord-orientale lo collega, attraverso lo Stretto del Dardanelli, al Mar di Marmara e quindi al Mar Nero. Il Mediterraneo, dal 1869, comunica anche con il Mar Rosso attraverso il Canale di Suez. Sebbene il suo bacino sia una minima frazione degli oceani (soltanto lo 0,82% in superficie e lo 0,32% in volume), la sua diversità biologica, rappresentata da specie vegetali e animali, costituisce oltre il 7% della biodiversità marina del Pianeta<sup>1</sup>. È altresì caratterizzato da un'alta varietà di habitat, non soltanto sulla piattaforma continentale, nei primi 100-200 metri di profondità, ma anche nei fondali batiali e abissali che coprono la maggiore superficie del bacino (oltre il 70%), e sono in gran parte inesplorati<sup>2</sup>. Nel corso dei secoli, soprattutto dopo la rivoluzione industriale, la crescita demografica e le differenti attività

L'articolo affronta la problematica del riscaldamento delle acque del Mediterraneo nel contesto del cambiamento climatico globale, evidenziando alcuni effetti negativi sugli organismi e sugli ecosistemi marini, come gli eventi di mortalità di massa, l'introduzione di specie non indigene di origine tropicale e subtropicale e le fioriture algali. Le drammatiche conseguenze sulla biodiversità mediterranea si stanno verificando in associazione con altre forzanti del climate change, rispetto alle quali l'UE sta intervenendo con strategie mirate alla sostenibilità delle attività umane.

<sup>1</sup> BIANCHI - MORRI 2000.

<sup>2</sup> DANOVARO ET AL. 2010.



umane hanno modificato radicalmente l'ambiente naturale del Mediterraneo, nell'entroterra, lungo la fascia costiera e in acque profonde. Da qualche decennio, un'altra causa di alterazione degli ecosistemi della regione è rappresentata dal *global warming*.

#### IL RISCALDAMENTO DELLE ACQUE

L'intero bacino mediterraneo, sia in ambiente terrestre che marino, risulta particolarmente influenzato dal cambiamento climatico<sup>3</sup>. Infatti, la temperatura media globale è aumentata di circa 1,1°C rispetto ai valori preindustriali, con punte di 1,4°C nella regione mediterranea<sup>4</sup>. Le acque di tale area si stanno riscaldando, sia in superficie che in profondità, con incrementi annuali maggiori nella zona orientale

<sup>3</sup> UNEP/MAP – PLAN BLEU 2020.

<sup>4</sup> CRAMER ET AL. 2018.

(in media 0,77°C) rispetto a quella occidentale (in media 0,54°C)<sup>5</sup>. Il riscaldamento causa: stratificazione termica lungo la colonna d'acqua, con strato caldo e meno denso in superficie e strato freddo e più denso in profondità; effetti sulla distribuzione dell'ossigeno tra la superficie e il fondale; conseguenze sulla circolazione delle masse d'acqua. Anche il livello del mare è aumentato, al pari delle ondate di calore che possono innescare intensi cicloni extratropicali, denominati "medicane", con profondi impatti sulla costa<sup>6</sup>.

#### EFFETTI SUGLI ORGANISMI E SUGLI ECOSISTEMI

Dalla fine del secolo scorso sono stati osservati effetti combinati degli impatti umani e dell'incremento di temperatura delle acque sugli organismi marini e sugli ecosistemi del Mediterraneo<sup>7</sup>. I primi hanno specifici intervalli di termo-tolleranza e rispondono alle naturali fluttuazioni di temperatura con adattamenti fisiologici, morfologici e comportamentali. Quando si superano i limiti di tali intervalli e non è possibile lo spostamento verso condizioni più favorevoli può verificarsi un forte stress fisiologico, tale da causare mortalità di massa e favorire l'insorgenza di malattie. Sin dal 1983 – con frequenza crescente dal 1992 – nel Mediterraneo sono stati registrati eventi di mortalità di massa per molte specie, i più estesi dei quali nelle estati del 1999 e del 2003. In entrambi gli anni, tali fenomeni interessarono circa 30 tipologie d'invertebrati bentonici sessili (spugne, cnidari, molluschi, briozoi e tunicati) per diverse centinaia di chilometri di costa compresa tra il Mar Tirreno in Italia e il Golfo del Leone in Francia, fino ad alcune aree lungo le rive spagnole. Le analisi della temperatura delle acque evidenziarono valori superiori a quelli attesi, attestandosi, nel 2003, come i più alti in 30 anni. Inoltre, le temperature con valori di 3-4°C superiori alla media si mantennero tali per un periodo di tempo straordinariamente lungo e si osservò una correlazione positiva tra i tassi crescenti di mortalità e l'esposizione allo stress termico<sup>8</sup>. Quest'ultimo favorì anche la diffusione di malattie. In particolare, nell'evento di mortalità di massa delle gorgonie verificatosi nel 1999, furono isolati batteri del genere *Vibrio*, responsabili della necrosi dei tessuti in condizione di temperature elevate. Nel 2003, in seguito alla scomparsa della gorgonia *Paramuricea clavata*, si comprese che il patogeno che l'aveva causata era *Vibrio coralliilyticus*, un batterio termo-dipendente. Osservazioni più recenti hanno confermato che le infezioni da batteri del genere *Vibrio*,

<sup>5</sup> MACIAS ET AL. 2013.

<sup>6</sup> TSIMPLIS ET AL. 2013; GONZÁLEZ-ALEMÁN ET AL. 2019.

<sup>7</sup> BIANCHI – MORRI 2000.

<sup>8</sup> LEJEUSNE ET AL. 2010; RIVETTI ET AL. 2014.



correlati al riscaldamento delle acque, sono concausa nella mortalità di massa degli organismi marini<sup>9</sup>. Se la temperatura delle acque aumenta, le specie dovranno essere in grado di tollerare la variazione e adattarsi oppure spostarsi per non correre il rischio di estinguersi. Il riscaldamento globale sta provocando la ridistribuzione della vita sul Pianeta e questo sta accadendo anche nel Mediterraneo<sup>10</sup>. L'innalzamento della temperatura delle acque comporta il rischio di estinzione per specie adattate ad acque fredde, specialmente nell'Adriatico settentrionale e nel bacino ligure-provenzale, regioni più vulnerabili al cambiamento climatico. Se queste aree più fredde si riscaldano, la migrazione verso quelle più settentrionali e più fresche risulta limitata. Per tale motivo, il Mar Mediterraneo è stato descritto come un *cul-de-sac*. A causa del riscaldamento delle acque, molte specie termofile diffuse nelle aree meridionali e orientali si sono spostate verso le zone nord-occidentali, con casi di sostituzione, come quello del crostaceo misidaceo *Hemimysis speluncola*, adattato ad acque fredde, abbondante fino alla fine degli anni Novanta, poi scomparso dalle grotte del Mediterraneo nord-occidentale e sostituito da un altro crostaceo misidaceo, *Hemimysis margalefi*, poco diffuso sino allora, ma più termotollerante. Simile scenario, indicato con il termine di "meridionalizzazione", viene via via sostituito dalla cosiddetta "tropicalizzazione", con aumento esponenziale delle segnalazioni di specie non indigene nel Mediterraneo nord-occidentale<sup>11</sup>.

<sup>9</sup> VEZZULLI ET AL. 2010.

<sup>10</sup> PHILIPPART ET AL. 2011.

<sup>11</sup> BIANCHI ET AL. 2018.

### I NUOVI ABITANTI

Per "specie non indigena" (*Non Indigenous Species, Nis*), nota anche come aliena, esotica o alloctona, s'intende una specie o sottospecie introdotta al di fuori del suo areale di distribuzione naturale e della sua potenziale dispersione naturale. La sua presenza può essere il risultato di un'introduzione accidentale o volontaria dovuta ad attività umane riferite principalmente a traffici marittimi (acque di zavorra e *fouling* sulle carene delle navi), acquacoltura (introduzioni volontarie di specie allevate e involontarie di specie associate), acquariologia, nonché al commercio di prodotti del mare di regioni extra-mediterranee e di esche per la pesca sportiva. Il *global warming* sta favorendo l'espansione dell'areale di distribuzione di molte specie subtropicali e tropicali verso latitudini più settentrionali e, quindi, anche nel Mediterraneo attraverso Gibilterra e il Canale di Suez ("migranti lessepsiani", da Ferdinand de Lesseps, promotore ed esecutore del canale). Introdotte in un mare interno che "si riscalda" e che in molte aree subisce una serie di pressioni antropiche che minacciano le condizioni di esistenza delle specie indigene più sensibili, esse possono insediarsi e adattarsi, nonché diventare persino dominanti rispetto a queste ultime. In particolare, una piccola percentuale di Nis esposta ad ambienti "nuovi" che ne favoriscono la diffusione può manifestare caratteristiche d'invasività adattandosi nel nuovo contesto e mostrando un'elevata capacità di dispersione, come ad esempio il granchio blu (*Callinectes sapidus*) che ha un comportamento aggressivo e si ciba di molluschi, anellidi e piccoli pesci. Le specie Nis, soprattutto se invasive, sono considerate una delle principali cause di riduzione della biodiversità per le possibili alterazioni degli habitat e degli equilibri della componente biotica degli ecosistemi (competizione sulle risorse, diffusione di patogeni, fenomeni d'ibridazione e introgressione genica con specie autoctone) e del relativo funzionamento<sup>12</sup>. Il Mar Mediterraneo è in una situazione di allerta rispetto alla pressione combinata del cambiamento climatico e della presenza di Nis (attualmente stimate in 1000 taxa, di cui 751 stabiliti e 242 casuali, mentre 23 specie sono considerate introduzione fallita perché sembrano scomparse)<sup>13</sup>. La biodiversità mediterranea è ricca di specie non indigene appartenenti a diversi gruppi quali macrofite, pesci, molluschi, policheti, briozoi e crostacei, che rappresentano circa il 5% della biodiversità totale<sup>14</sup>. Data la posizione geografica del Mediterraneo, l'incremento di Nis è stato nettamente superiore rispetto ad altri bacini come

<sup>12</sup> HULME ET AL. 2009; GALLARDO ET AL. 2016.

<sup>13</sup> ZENETOS ET AL. 2022.

<sup>14</sup> ZENETOS 2017.



il Mar Nero, il Mar Baltico o l'Oceano Atlantico. La presenza e l'eventuale introduzione di nuove Nis possono essere non soltanto più pericolose nel Mediterraneo che in altri bacini per la sua ridotta estensione rispetto agli oceani e per la sua elevata diversità di specie, ma anche più intense per effetto della doppia apertura del Canale di Suez. A tal proposito, nel Mediterraneo orientale è stato di recente registrato un vero e proprio collasso della biodiversità locale dovuto alle Nis: soltanto il 12% e il 5% delle specie autoctone sono rimaste rispettivamente sui substrati incoerenti poco profondi e su quelli duri, la restante parte è costituita dalle Nis. Su scala regionale, questa sembra essere la più grande perdita di biodiversità marina documentata fino a oggi<sup>15</sup>. Pesci e invertebrati bentonici non sono gli unici organismi a espandere il loro areale. Infatti, ci sono anche microalghe di origine subtropicale e tropicale che spesso aumentano in modo rilevante (esplosioni demografiche) con l'incremento della temperatura delle acque.

#### BLOOMS ALGALI

Le esplosioni demografiche di alghe microscopiche, definite fioriture (o *blooms*) algali, a volte associate a produzione di mucillagini, sono fenomeni verificatisi anche nel passato e dovuti a specie mediterranee. Sicuramente l'apporto di nutrienti negli ecosistemi acquatici, in particolare azoto e fosforo, attraverso il ruscel-

<sup>15</sup> ALBANO ET AL. 2021.

lamento superficiale da zone naturali, suoli coltivati con intenso uso di fertilizzanti, allevamenti di bestiame, scarichi di liquami non trattati o parzialmente trattati e scarichi ricchi di detersivi, ne ha incrementato la frequenza e la diffusione<sup>16</sup>. L'arricchimento di nutrienti negli ecosistemi acquatici è definito "eutrofizzazione" e le fioriture algali spesso conseguenti avvengono soprattutto in estate, con acque più calde, maggiormente illuminate e con scarso idro-dinamismo. L'incremento della biomassa algale può essere tale da colorare le acque con formazione delle cosiddette maree verdi, rosse, gialle, secondo i pigmenti contenuti dalle alghe. Lo strato algale in superficie riduce la penetrazione della luce e, pertanto, la fotosintesi e la produzione di ossigeno. Le alghe, morendo, si accumulano sui fondali e la loro decomposizione consuma ossigeno, già limitato in ambiente acquatico. Le concentrazioni di ossigeno si abbassano ulteriormente (ipossia) fino a esaurirsi (anossia), congiuntamente alla produzione di sostanze tossiche dovute alla decomposizione di microrganismi anaerobi. L'aumento della popolazione mediterranea, che negli Stati costieri supera 500 milioni di persone<sup>17</sup>, coincide con un aumento dei tassi di urbanizzazione lungo le coste che, combinati con l'innalzamento globale della temperatura e del livello del mare, sta portando a un incremento dell'eutrofizzazione, principalmente in aree semichiusure, come il Mare Adriatico settentrionale, il Golfo del Leone e l'Egeo settentrionale, provocando frequenti fioriture<sup>18</sup>. L'aumento delle temperature, di per sé, ha il potenziale di rafforzare i picnolini (differenze di densità tra acque superficiali e quelle più profonde) che possono comportare una minore diffusione di ossigeno dalla parte superiore della colonna d'acqua alla parte inferiore della stessa<sup>19</sup>. L'aumento di precipitazioni intense, durante eventi meteorologici estremi, favorisce il trasporto di sedimenti e nutrienti verso la zona costiera, dov'è probabile che aumenti l'eutrofizzazione<sup>20</sup>. Negli ultimi due decenni l'eutrofizzazione, in combinazione con il cambiamento climatico, ha causato l'estensione geografica delle fioriture di alghe nocive (*Harmful Algal Blooms*), che includono specie potenzialmente tossiche<sup>21</sup>. Tali *blooms* possono essere molto localizzate e comparire stagionalmente ogni anno o verificarsi in modo apparentemente stocastico. Possono avere una durata variabile. I principali taxa responsabili degli eventi sono dinoflagellati, appartenenti

<sup>16</sup> TSİKOTI – GENITSARIS 2021.

<sup>17</sup> UNEP/MAP – PLAN BLEU 2020.

<sup>18</sup> NICOLAS ET AL. 2017.

<sup>19</sup> RABALAIS ET AL. 2009.

<sup>20</sup> CLOERN 2001; RABALAIS 2004; MARAMPOUTI ET AL. 2021.

<sup>21</sup> ANDERSON ET AL. 2012.



ai generi *Alexandrium* spp., *Dinophysis* spp e *Ostreopsis* spp. e diatomee del genere *Pseudo-nitzschia* spp<sup>22</sup>. Le fioriture algali possono causare il rilascio di tossine pericolose sia per gli animali sia per gli uomini ed essere responsabili di alti tassi di mortalità in pesci e molluschi, nonché in mammiferi marini, uccelli e altri animali dipendenti dalla catena alimentare marina. Le tossine generate dalle microalghe, inoltre, sono all'origine di una vasta gamma di patologie umane, spesso associate al consumo di cibi di mare contaminati: un classico esempio è quello legato al consumo di molluschi filtratori. Oltre all'avvelenamento da cibo, alcune tossine provocano la formazione di aerosol (brevitossine o palitossine) con effetti negativi sulla salute attraverso le vie respiratorie<sup>23</sup>. Per esempio, la microalga bentonica *Nis Ostreopsis ovata*, segnalata da qualche tempo in molte aree costiere mediterranee, produce una palitossina che causa irritazioni, tosse, febbre e problemi respiratori.

#### CONCLUSIONI

Le problematiche affrontate in questo articolo non sono unicamente dovute al riscaldamento delle acque, ma si stanno verificando in associazione con altre forzanti del cambiamento ambientale. Per esempio, la diffusione di specie acquatiche termofile nel bacino è una conseguenza anche del trasporto navale e degli interventi antropici sulle barriere geografiche, come il recente raddoppio del Canale

di Suez. Le specie *Nis* possono diventare più rapidamente invasive negli ecosistemi in cui le reti alimentari sono state alterate dall'attività ittica, così i fenomeni di anossia conseguenti all'eutrofizzazione possono diventare più frequenti in acque più calde. L'abbondanza delle meduse può essere sinergicamente correlata non soltanto al riscaldamento delle acque, ma anche al fatto che esse sono più tolleranti a condizioni anossiche e meno frequentemente vittime dei pesci predatori, decimati dalla pesca<sup>24</sup>. Spesso non è per nulla facile distinguere le cause specifiche delle variazioni che osserviamo e tanto meno prevederne gli effetti. Inoltre, quello che viene compreso e spiegato in un'area non è detto che possa essere generalizzato a tutte le altre, sia in relazione alla variabilità dei fenomeni naturali sia al peso che ciascun fattore può avere a seconda della contingente situazione ambientale. Certo è che gli effetti che si stanno osservando sulla biodiversità del Mediterraneo hanno spesso importanti impatti sanitari e socioeconomici con gravi ripercussioni nei diversi settori produttivi, dalla pesca al turismo; basti pensare ai danni provocati negli ultimi tempi dai "medicanes" sulle coste mediterranee<sup>25</sup>.

La diversità biologica è espressione della vita sul Pianeta e nelle sue differenti manifestazioni è fonte di beni e servizi ecosistemici, come cibo, fibre, medicinali, materiali, servizi di regolazione (depurazione delle acque, rigenerazione dei gas atmosferici, regolazione del clima ecc.) e servizi ricreativi e turistici (bellezze naturali, paesaggi, spiagge, boschi ecc.). Pertanto, il suo mantenimento costituisce un obiettivo prioritario da perseguire. Dalla Convenzione sulla Diversità Biologica (Rio de Janeiro, 1992) sono state intraprese numerose azioni legislative a livello internazionale per far fronte ai problemi che riguardano la salvaguardia della biodiversità e il cambiamento climatico. Nel 2008 è stata emanata la Direttiva Quadro del Parlamento Europeo e del Consiglio 17 giugno 2008, n. 56, sulla Strategia per l'ambiente marino, in seguito recepita in Italia con il Decreto legislativo 13 ottobre 2010, n. 190. La Strategia in parola fa riferimento ad altre direttive europee, come la Direttiva Habitat e la Direttiva Quadro sulle Acque, e si propone d'indagare lo stato dei mari europei e le varie pressioni a cui sono sottoposti al fine di ottenere il "Buono Stato Ambientale" (*Good Environmental Status*). Inoltre, nel 2021 il Parlamento Europeo ha approvato la Strategia sulla biodiversità, che ha l'obiettivo di ripristinare la natura e recuperare la biodiversità dell'Europa a vantaggio dei cittadini, del clima e del Pianeta. Le aree protette dovranno coprire

<sup>22</sup> PENNA ET AL. 2007.

<sup>23</sup> FERRANTE ET AL. 2013.

<sup>24</sup> RICHARDSON ET AL. 2009.

<sup>25</sup> CRAMER ET AL. 2018; VILÀ – HULME 2017.

il 30% della superficie terrestre e marina dell'Unione Europea e gli ecosistemi degradati dovranno essere ripristinati e gestiti in modo sostenibile entro il 2030. Le aree protette in Mediterraneo rappresentano un serbatoio straordinario di diversità biologica e di punti strategici per gli equilibri dei relativi ecosistemi. Poiché nel funzionamento della vita sul Pianeta, non soltanto nel Mediterraneo, tutto è connesso, l'istituzione delle aree protette deve essere affiancata da attività umane che riducano e persino azzerino l'impatto climatico. Questa è la "rivoluzione sostenibile" avviata dall'Unione Europea con il *Green New Deal* che prevede di decarbonizzare settori strategici, come quello energetico, della mobilità, dell'agricoltura e del turismo, al fine di trasformare il vecchio continente in un blocco di Paesi a impatto climatico zero entro il 2050. La positiva sinergia di queste misure legislative sostenibili, se realizzata, potrà contrastare quella negativa delle varie pressioni antropiche, le quali, in atto da lungo tempo, agiscono ancora in modo non sostenibile.

#### BIBLIOGRAFIA

- P.G. ALBANO ET AL., *Native biodiversity collapse in the eastern Mediterranean*, «Proceedings Royal Society Bulletin» CCLXXXVIII (2021) 288.
- D.M. ANDERSON ET AL., *Progress in understanding harmful algal blooms: paradigm shifts and new technologies for research, monitoring, and management*, «Annual Review of Marine Sciences» (2012) 4, pp. 143-176.
- C.N. BIANCHI ET AL., *Seawater warming at the northern reach for southern species: Gulf of Genoa, NW Mediterranean*, «Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom» XCVIII (2018) 1, pp. 1-12.
- C.N. BIANCHI – C. MORRI, *Marine Biodiversity of the Mediterranean Sea: Situation, Problems and Prospects for Future Research*, «Marine Pollution Bulletin» XL (2000) 5, pp. 367-376.
- J.E. CLOERN, *Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem*, «Marine Ecology Progress Series» (2001) 210, pp. 223-253.
- W. CRAMER ET AL., *Climate change and interconnected risks to sustainable development in the Mediterranean*, «nature climate change» (2018) 8, pp. 972-980.
- R. DANOVARO ET AL., *Deep-Sea Biodiversity in the Mediterranean Sea: The Known, the Unknown, and the Unknowable*, «Plos One» V (2010) 8, e11832.
- M. FERRANTE ET AL., *Harmful Algal Blooms in the Mediterranean Sea: Effects on Human Health*, «EuroMediterranean Biomedical Journal» VIII (2013) 6, pp. 25-34.
- B. GALLARDO ET AL., *Global ecological impacts of invasive species in aquatic ecosystems*, «Global Change Biology» XXII (2016) 1, pp. 151-163.

- J.J. GONZÁLEZ-ALEMÁN ET AL., *Potential Increase in Hazard from Mediterranean Hurricane Activity with Global Warming*, «Geophysical Research Letters» XLVI (2019) 3, pp. 1754-1764.
- P.E. HULME ET AL., *Will Threat of Biological Invasions Unite the European Union?*, «Science» CCCXXIV (2009) 5923, pp. 40-41.
- C. LEJEUSNE ET AL., *Climate change effects on a miniature ocean: the highly diverse, highly impacted Mediterranean Sea*, «Trends in Ecology & Evolution» XXV (2010) 4, pp. 250-260.
- D. MACIAS ET AL., *Understanding the Causes of Recent Warming in Mediterranean Waters. How Much Could Be Attributed to Climate Change?*, «Plos One» VIII (2013) 11, e81591.
- C. MARAMPOUTI ET AL., *Mediterranean alien harmful algal blooms: origins and impacts*, «Environmental Science and Pollution Research» (2021) 28, pp. 3837-3851.
- J. NICOLAS ET AL., *Marine biotoxins and associated outbreaks following seafood consumption: Prevention and surveillance in the 21st century*, «Global Food Security» (2017) 15, pp.11-21.
- A. PENNA ET AL., *Monitoring of HAB species in the Mediterranean Sea through molecular methods*, «Journal of Plankton Research» XXIX (2007) 1, pp. 19-38.
- C.J.M. PHILIPPART ET AL., *Impacts of climate change on European marine ecosystems: Observations, expectations and indicators*, «Journal of Experimental Marine Biology and Ecology» CD (2011) 1-2, pp. 52-69.
- N.N. RABALAIS, *Eutrophication*, in A.R. ROBINSON – K. BRINK (eds.), *The Sea, Volume 13. The Global Coastal Ocean. Multiscale Interdisciplinary Processes*, Harvard University Press, Cambridge 2004, Chapter 21.
- N.N. RABALAIS ET AL., *Global change and eutrophication of coastal waters*, «ICES Journal of Marine Science» LXVI (2009) 7, pp. 1528-1537.
- A.J. RICHARDSON ET AL., *The jellyfish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future*, «Trends in Ecology & Evolution» XXIV (2009) 6, pp. 312-322.
- I. RIVETTI ET AL., *Global Warming and Mass Mortalities of Benthic Invertebrates in the Mediterranean Sea*, «Plos One» IX (2014) 12, e115655.
- C. TSIKOTI – S. GENITSARIS, *Review of Harmful Algal Blooms in the Coastal Mediterranean Sea, with a Focus on Greek Waters*, «Diversity» XIII (2021) 8, p. 396.
- N. TSIMPLIS ET AL., *The effect of the NAO on sea level and on mass changes in the Mediterranean Sea*, «Journal of Geophysical Research: Oceans» CXVIII (2013) 2, pp. 944-952.
- L. VEZZULLI ET AL., *Vibrio infections triggering mass mortality events in a warming Mediterranean Sea*, «Environmental Microbiology» XII (2010) 7, pp. 2007-2019.
- M. VILÀ – P.E. HULME, *Impact of Biological Invasions on Ecosystem Services*, Springer, Berlin 2017.
- A. ZENETOS, *Progress in Mediterranean bioinvasions two years after the Suez Canal enlargement*, «Acta Adriatica» LVIII (2017) 2, pp. 345-358.
- A. ZENETOS ET AL., *Established non-indigenous species increased by 40% in 11 years in the Mediterranean Sea*, «Mediterranean Marine Science» XXIII (2022) 1.