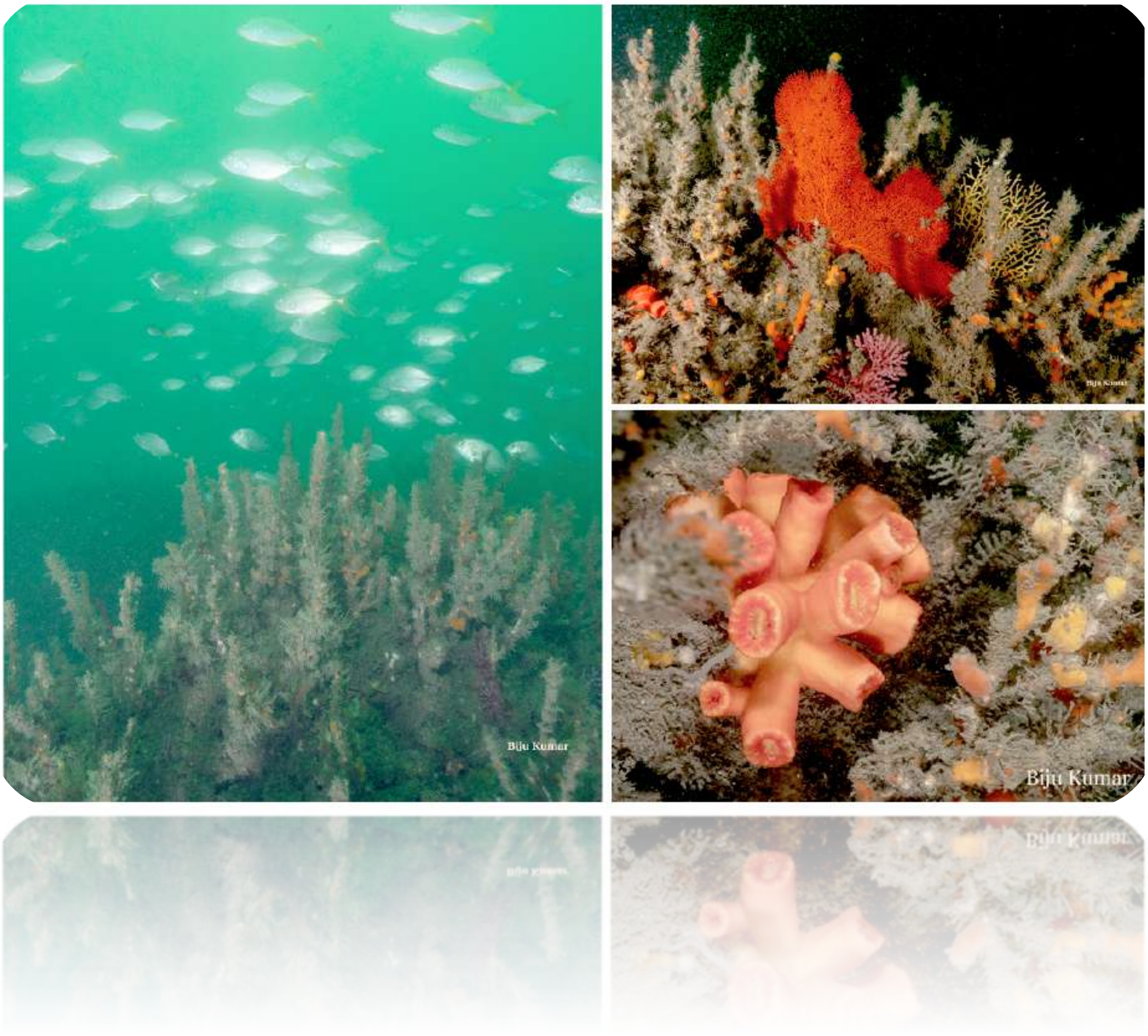
സമുദ്ര ജൈവവൈവിധ്യം, തീരദേശ ഉപജീവനമാർഗ്ഗം എന്നിവയിൽ കൊല്ലത്തെ കടൽ മണൽ ഖനനം ഉണ്ടാക്കിയേക്കാവുന്ന പ്രത്യാഘാതങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠന റിപ്പോർട്ട്



കേരള സർവകലാശാല
അക്വാട്ടിക് ബയോളജി & ഫിഷറീസ് വകുപ്പ്
കാര്യവട്ടം, തിരുവനന്തപുരം 695 581, കേരളം

“നമ്മുടെ സമുദ്രങ്ങളുടെ ആഴങ്ങൾ വലിയ തോതിൽ പര്യവേക്ഷണം ചെയ്യപ്പെടാതെ കിടക്കുന്നു. എന്നാൽ സാഗരനീലിമയുടെ ആഴങ്ങളിലേക്കുള്ള മനുഷ്യരാശിയുടെ പരീക്ഷാർത്ഥമുള്ള ആദ്യയാത്രകൾ അത്ഭുതങ്ങൾ നിറഞ്ഞ ഒരു മറഞ്ഞിരിക്കുന്ന ലോകത്തെ വെളിപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. വലിയ ബാരോമെട്രിക് മർദ്ദത്തിലും സൂര്യന്റെ പ്രകാശത്തിൽ നിന്ന് വളരെ അകലെയും അവിടെ ജീവൻ വളരുന്നു. ഭൂമിയുടെ കാമ്പിൽ നിന്ന് പുറന്തള്ളപ്പെടുന്ന രാസവസ്തുക്കളിൽ നിന്ന് ഊർജം വലിച്ചെടുക്കുകയും നമ്മുടെ അന്തരീക്ഷത്തിൽ നിന്ന് കാർബണിനെ പൂട്ടിയിടുകയും ചെയ്യുന്ന ഇത്തരം അസഹനീയമായ സാഹചര്യങ്ങളിലാണ് ജീവൻ നിലനിൽക്കുന്നത് എന്നത് ലോകത്തിലെ ആഘോഷിക്കപ്പെടാത്ത അത്ഭുതങ്ങളിൽ ഒന്നാണ്. എന്തിനധികം, ആഴക്കടലിലെ ജീവൻ നാമെല്ലാവരും ആശ്രയിക്കുന്ന ഗ്രഹവ്യവസ്ഥകളുടെ ആരോഗ്യത്തെയും എത്രത്തോളം ബാധിക്കുന്നുവെന്നതിനെ നാം ഇപ്പോൾ വിലമതിക്കാൻ തുടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. അവയുടെ പ്രാധാന്യവും നമ്മുടെ ഗ്രഹത്തിന്റെ ആരോഗ്യം നിലനിർത്തുന്നതിൽ അവ വഹിക്കുന്ന പങ്കും മനസ്സിലാക്കുന്നതിന് മുമ്പ് ഈ സ്ഥലങ്ങളുടെയും അവ നിലനിർത്തുന്ന എണ്ണമറ്റ ജീവജാലങ്ങളുടെയും നാശത്തെക്കുറിച്ച് ചിന്തിക്കുന്നത് തികച്ചും യുക്തിരഹിതമാണ്”.

സർ ഡേവിഡ് ആറ്റൻബറോ

സമുദ്ര ജൈവവൈവിധ്യം, തീരദേശ ഉപജീവനമാർഗ്ഗം എന്നിവയിൽ കൊല്ലത്തെ കടൽ മണൽ ഖനനം ഉണ്ടാക്കിയേക്കാവുന്ന പ്രത്യാഘാതങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പഠന റിപ്പോർട്ട്

(Report on the Possible Impacts of Offshore Sea Sand Mining Off Kollam on Marine Biodiversity and Coastal Livelihoods)

A Biju Kumar

© 2025

Dept. of Aquatic Biology & Fisheries, University of Kerala, India

Disclaimers

The opinions/views expressed in this report are that of the author compiled the report and do not necessarily reflect the views of the University of Kerala.

© Photos used in this report are taken as part of the Ecomarine Project supported by European Union, and the underwater biodiversity documentation projects supported by the University of Kerala.

Published by:

Dept. of Aquatic Biology & Fisheries, University of Kerala, Thiruvananthapuram 695 581, Kerala, INDIA

Ph: +91 471 2308131; Email: aquaticbiologyandfisheries@keralauniversity.ac.in

Citation: Biju Kumar, A. 2025. Report on the Possible Impacts of Offshore Sea Sand Mining Off Kollam on Marine Biodiversity and Coastal Livelihoods. Dept. of Aquatic Biology & Fisheries, University of Kerala

[Address for Communication: Dr. A. Biju Kumar, Senior Professor and Head, Dept. of Aquatic Biology & Fisheries, University of Kerala, Thiruvananthapuram 695 581, Kerala. Ph: 9447216157; Email: bijukumar@keralauniversity.ac.in]

CONTENTS

Photo: Gorgonian coral with sea lilies attached (From Kollam coast, depth: 20m)

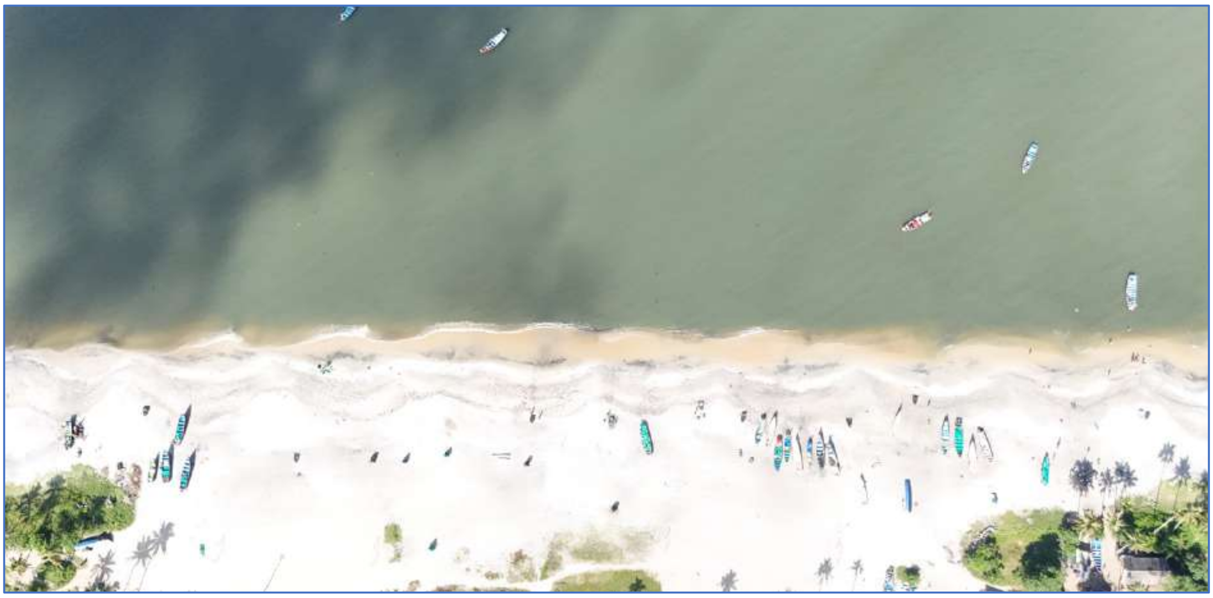
1. കടൽ മണലും മണൽ ഖനനവും 5
2. കൊല്ലം പരപ്പും അതിന്റെ തനതായ ജൈവവൈവിധ്യവും 8
3. പാറപ്പാരുകളും അവയുടെ പാരിസ്ഥിതിക പ്രാധാന്യവും.................9
4. കടൽ മണൽ ഖനനത്തിന്റെ പാരിസ്ഥിതിക പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ 15
   4.1. വെള്ളത്തിന്റെ കലക്കം 15
   4.2. സമുദ്രജീവികളിലെ ആഘാതം.......15
   4.3. നിലവിലെ പാറ്റേണുകളിൽ മാറ്റം...16
   4.4. ജലമലിനീകരണം 16
   4.5. ഓക്സിജന്റെ കുറവും വിഷ ആൽഗകളുടെ വളർച്ചയും 17
   4.6. തീരത്തെ മണ്ണൊലിപ്പ്/തീരനാശം...17
   4.7. ചാകരയുടെ അവസ്ഥ 18
   4.8. കാലാവസ്ഥാ വ്യതിയാനം 18
5. സാമ്പത്തിക മൂലധനവും പാരിസ്ഥിതിക മൂലധനവും 19
6. മത്സ്യത്തൊഴിലാളികളുടെ സാമൂഹിക-സാമ്പത്തിക പ്രത്യാഘാതങ്ങളും ഉപജീവന മാർഗങ്ങളും 20
7. മൊറട്ടോറിയത്തിനായുള്ള അന്താരാഷ്ട്ര കോളുകൾ........................21
8. നിഗമനങ്ങൾ...24
9. അവലംബങ്ങൾ 26
10. അനുബന്ധം: ആഴക്കടൽ ഖനനത്തിന് ഒരു താൽക്കാലിക വിരാമം ആവശ്യപ്പെടുന്ന ആഗോള സമുദ്ര ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ പ്രസ്താവന........28

1. കടൽ മണലും മണൽ ഖനനവും

ആധുനിക അടിസ്ഥാന സൗകര്യങ്ങളുടെയും വ്യവസായത്തിന്റെയും നട്ടെല്ലായ ഒരു അവശ്യ വിഭവമാണ് മണൽ. അതില്ലാതെ കോൺക്രീറ്റ്, അസ്ഫാൾട്ട് , ഗ്ലാസ്, ഇലക്ട്രോണിക്സ് എന്നിവ ഉണ്ടാകില്ല. പ്ലാസ്റ്റിക്കുകൾ, സൗന്ദര്യവർദ്ധക വസ്തുക്കൾ, നിർമ്മാണ സാമഗ്രികൾ എന്നിവയുടെ നിർമാണത്തിനും, നിലം നികത്തൽ, ഫ്രാക്കിംഗ്, ബീച്ച് നികത്തൽ, തീരസംരക്ഷണം എന്നിവക്കും വിവിധ തരം മണലുകളും അവയുടെ ഉൽപന്നങ്ങളും നിർണായകമാണ്. വ്യവസായവൽക്കരണം, ജനസംഖ്യാ വളർച്ച, ദ്രുതഗതിയിലുള്ള നഗരവൽക്കരണം എന്നിവ മണലിന്റെ ആഗോള ആവശ്യം ക്രമമായി ഉയർത്തുന്നുണ്ട്. **മണലും ചരലും അടങ്ങുന്ന സഞ്ചയങ്ങൾ ഇപ്പോൾ വെള്ളം കഴിഞ്ഞാൽ ലോകത്തിലെ ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഉപഭോഗം ചെയ്യപ്പെടുന്ന പ്രകൃതിവിഭവമാണ്, ഒപ്പം ഏറ്റവും ഖനനം ചെയ്യപ്പെടുന്നവയും. കഴിഞ്ഞ രണ്ട് ദശാബ്ദങ്ങളിൽ ഇവയുടെ മൊത്തം ഉപഭോഗം മൂന്നിരട്ടിയായി വർദ്ധിച്ചു, ഇത് പ്രതിവർഷം 40-50 ബില്യൺ ടണ്ണിൽ എത്തിനിൽക്കുന്നു. മണലിന്റെ ഖനനം അവയുടെ സ്വാഭാവിക പുനരുൽപ്പാദനത്തേക്കാൾ വളരെ കൂടുതലാണ്** (ജൗഫ്രേ et al., 2023).

കടൽത്തീരത്തും കടൽത്തീരത്തിനടുത്തും അകലെയും ഉള്ള നിക്ഷേപങ്ങളിൽ നിന്നും കായലുകൾ, അഴിമുഖങ്ങൾ, വേലിയേറ്റ തണ്ണീർത്തടങ്ങൾ, എന്നിവയിൽ നിന്നും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന മണലും ചരലും 'കടൽ മണൽ' എന്ന വിഭാഗത്തിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. അതിന്റെ ഉത്ഭവത്തിൽ മാത്രം ശ്രദ്ധ കേന്ദ്രീകരിക്കുന്നതിനുപകരം, കടൽ മണലിനെ അത് കാണപ്പെടുന്ന വിശാലമായ തീരദേശ, സമുദ്ര സാമൂഹിക-പാരിസ്ഥിതിക വ്യവസ്ഥയുടെ പരിപ്രേക്ഷ്യത്തിൽ മനസ്സിലാക്കുകയാണ് ഉത്തമം. തുടർച്ചയായ മണ്ണൊലിപ്പ്, നിക്ഷേപ പ്രക്രിയകൾ, ലോങ്ങ്ഷോർ പ്രവാഹങ്ങൾ, വേലിയേറ്റങ്ങൾ, തിരമാലകൾ, ജൈവ മണ്ണൊലിപ്പ് എന്നിവയാൽ രൂപപ്പെട്ട തീരദേശ, സമുദ്ര പരിസ്ഥിതികൾ ഒരു ജലസംഭരണിയും ചലനാത്മക മണൽ സ്രോതസ്സുമായി വർത്തിക്കുന്നു. തീരപ്രദേശങ്ങളെ സ്ഥിരപ്പെടുത്തുകയും മണ്ണൊലിപ്പ് ലഘൂകരിക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ, സമുദ്ര-ഭൗമ ആവാസവ്യവസ്ഥകളെ ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന, കര-കടൽ ആവാസവ്യവസ്ഥകളെ ബന്ധപ്പെടുത്തുന്ന കണ്ണിയായും ബഫറായും സ്വാഭാവികമായി ഉണ്ടാകുന്ന

മണൽ നിർണായക പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. ഏറ്റവും ചെലവ് കുറഞ്ഞ കാലാവസ്ഥാ പൊരുത്തപ്പെടുത്തൽ തന്ത്രങ്ങളിലൊന്ന് എന്ന നിലയിൽ, സമുദ്രനിരപ്പിൽ നിന്നും തീവ്രമായ കാലാവസ്ഥാ സംഭവങ്ങളിൽ നിന്നും തീരപ്രദേശങ്ങളെ സംരക്ഷിക്കുന്നതിലൂടെ മണൽ തീരപ്രദേശത്തിന്റെ പ്രതിരോധശേഷി വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു. ഇത് ദ്വീപ് രൂപഘടന, കടൽത്തീര ഘടനകൾ, മണൽത്തിട്ടകൾ, കടൽത്തീരങ്ങൾ, മൺകൂനകൾ തുടങ്ങിയ തീരദേശ ഭൂപ്രകൃതികളെ രൂപപ്പെടുത്തുന്നു-ജൈവവൈവിധ്യത്തെ പിന്തുണയ്ക്കുന്ന, പോഷക ചക്രങ്ങൾ പരിപാലിക്കുന്ന, ഉയർന്ന സവിശേഷമായ സമുദ്ര, തീരദേശ ജീവികൾക്ക് അഭയം നൽകുന്ന പ്രധാന ആവാസ വ്യവസ്ഥകളും കൂടിയാണ് (UNEP, 2022; Jouffray et al., 2023).



വിവിധ വികസന പ്രവർത്തനങ്ങൾക്കുള്ള നിർണായക അസംസ്കൃത വസ്തുവാണ് മണൽ. സാമൂഹിക ആവശ്യങ്ങൾ നിറവേറ്റുന്നതിനായി സുസ്ഥിരമായ മണൽ വിഭവങ്ങൾ/നിക്ഷേപങ്ങൾ കണ്ടെത്തുന്നതും കൈകാര്യം ചെയ്യുന്നതും സർക്കാരുകൾക്ക് അത്യന്താപേക്ഷിതമാണ്. ദ്രുതഗതിയിലുള്ള നഗരവൽക്കരണവും അടിസ്ഥാന സൗകര്യ വികസനവും കാരണം ഇന്ത്യയിൽ മണലിന്റെ ആവശ്യം ഉയർന്നു. തൽഫലമായി, നികത്തൽ, നിർമ്മാണ പദ്ധതികൾ എന്നിവയിൽ ഉപയോഗിക്കുന്നതിന് കരഭൂമി അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള സ്രോതസ്സുകളിൽ നിന്ന് ഗണ്യമായ അളവിൽ മണൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നു. തീരത്ത് നിന്ന് 12 നോട്ടിക്കൽ മൈൽ വരെ വ്യാപിച്ചുകിടക്കുന്ന ഇന്ത്യൻ ടെറിട്ടോറിയൽ ജലത്തിനകത്തും അതിനപ്പുറം

പ്രത്യേക സാമ്പത്തിക മേഖല/ എക്സ്ക്ലൂസീവ് ഇക്കണോമിക് സോണിലും (EEZ) മണൽ നിക്ഷേപം കാണപ്പെടുന്നു.

ജിയോളജിക്കൽ സർവേ ഓഫ് ഇന്ത്യയുടെ (GSI) മറൈൻ ആൻഡ് കോസ്റ്റൽ സർവേ വിഭാഗത്തിലെ വിദഗ്ധർ കഴിഞ്ഞ ഏതാനും പതിറ്റാണ്ടുകളായി കേരളത്തിലെ ഭൂപ്രദേശങ്ങളിലെ ജലാശയങ്ങളിൽ വിപുലമായ സർവേകൾ നടത്തിയിട്ടുണ്ട്. പൊന്നാനി, ചാവക്കാട്, കൊച്ചി, ആലപ്പുഴ, കൊല്ലം എന്നിവയുൾപ്പെടെ വിവിധ സ്ഥലങ്ങളിൽ 22 മുതൽ 45 മീറ്റർ വരെ ആഴത്തിൽ നിർമ്മാണ നിലവാരത്തിലുള്ള മണലിന്റെ ഗണ്യമായ നിക്ഷേപം ഈ സർവേയിൽ കണ്ടെത്തി. കേരള തീരത്ത് 745 ദശലക്ഷം ടൺ നിർമ്മാണ-ഗ്രേഡ് മണലും ഒഡീഷ, ആന്ധ്രാപ്രദേശ്, കേരളം, തമിഴ്നാട്, മഹാരാഷ്ട്ര എന്നിവിടങ്ങളിലെ ഇൻറർ-ഷെൽഫ്, മിഡ്-ഷെൽഫ് മേഖലകളിൽ 79 ദശലക്ഷം ടൺ ധാതുനിക്ഷേപങ്ങളും (ഹെവി മിനറൽ പ്ലേസറുകളും) കണ്ടെത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഈ നിക്ഷേപങ്ങളിൽ 80% മുതൽ 96% വരെ പരിശുദ്ധിയുള്ള മണലും 4% മുതൽ 20% വരെ കളിമണ്ണും അടങ്ങിയിരിക്കുന്നു. യഥാർത്ഥത്തിൽ നദികളിൽ നിന്ന് ഉത്ഭവിച്ച മണൽ, സമുദ്ര പ്രക്രിയകൾക്ക് വിധേയമായതിനാൽ, ഉപ്പ് നീക്കംചെയ്ത ശേഷം മാത്രമാണ് നിർമ്മാണത്തിന് ഉപയോഗിക്കുന്നത്.

സാമ്പത്തിക വളർച്ചയ്ക്കായി സമുദ്രവിഭവങ്ങൾ പ്രയോജനപ്പെടുത്താൻ ലക്ഷ്യമിടുന്ന നീല സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയ്ക്ക് ഇന്ത്യ ഊന്നൽ നൽകിയതോടെ, കടലിൽ നിന്ന്, പ്രത്യേകിച്ച് ആഴക്കടൽ പ്രദേശങ്ങളിൽ നിന്ന് മണലും ധാതുക്കളും വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നതിൽ കൂടുതൽ പ്രാധാന്യം കൈവന്നിരിക്കുന്നു. സ്വകാര്യമേഖലയുടെ പങ്കാളിത്തം EEZ-ൽ ധാതു വിഭവങ്ങൾ പര്യവേക്ഷണം ചെയ്യുന്നതിനും ഖനനം ചെയ്യുന്നതിനും ആവശ്യമായ വൈദഗ്ധ്യവും സാങ്കേതികവിദ്യയും കൊണ്ടുവരുമെന്ന് സർക്കാർ വാദിക്കുന്നു. ഓഫ്ഷോർ ഏരിയാസ് മിനറൽ (ഡെവലപ്മെന്റ് ആൻഡ് റെഗുലേഷൻ) ഭേദഗതി നിയമം, 2023 പ്രകാരം, 2002 ലെ നിയമത്തിലെ വ്യവസ്ഥകൾ പ്രകാരം ഓഫ്ഷോർ മിനറൽ ബ്ലോക്കുകൾ ലേലം ചെയ്യാൻ പദ്ധതിയിട്ടിട്ടുണ്ട്.

ആദ്യഘട്ടത്തിൽ പൊന്നാനി, ചാവക്കാട്, ആലപ്പുഴ, കൊല്ലം നോർത്ത്, കൊല്ലം സൗത്ത് സെക്ടറുകളിലാണ് മണലെടുപ്പ് നടക്കുക, രണ്ടാം ഘട്ടത്തിൽ നദികൾ കടലിലേക്ക് ഒഴുകുന്ന മറ്റ് തീരപ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് വ്യാപിപ്പിക്കും. നിലവിലെ ടൈംലൈൻ അനുസരിച്ച്, കേരളത്തിലെ ഖനന പദ്ധതികളിൽ

താൽപ്പര്യമുള്ള കമ്പനികൾ ഫെബ്രുവരി 18-നകം താൽപ്പര്യ പ്രകടനങ്ങൾ സമർപ്പിക്കേണ്ടതുണ്ട്, ടെൻഡർ നടപടികൾ 2025 ഫെബ്രുവരി 27-നകം പൂർത്തിയാകുമെന്ന് പ്രതീക്ഷിക്കുന്നു.

2. കൊല്ലം പരപ്പും അതിന്റെ തനതായ ജൈവവൈവിധ്യവും

ഇന്ത്യയുടെ തെക്കുപടിഞ്ഞാറൻ തീരത്തെ ഏറ്റവും ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയുള്ള മത്സ്യബന്ധന മേഖലകളിലൊന്നാണ് കൊല്ലം പരപ്പ്. 08'N - 09'N അക്ഷാംശങ്ങൾക്ക് ഇടയിലുള്ള, 275-375 മീറ്റർ ആഴ പരിധിക്കുള്ളിൽ ഉള്ള കടൽപ്രദേശമാണ് ഇതിൽ ഉൾപ്പെടുന്നത്. **കൊല്ലം-ആലപ്പുഴ ജില്ലകൾക്കിടയിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയുള്ള ഈ മത്സ്യബന്ധന കേന്ദ്രം ആഴക്കടൽ കൊഞ്ച്, ചെമ്മീൻ, ലോബ്സ്റ്ററുകൾ, മത്തി, അയല, കയറ്റുമതി അധിഷ്ഠിത കണവ/നീരാളി ഇനങ്ങൾ എന്നിവയുൾപ്പെടെ സമ്പന്നമായ സമുദ്ര ജൈവവൈവിധ്യത്തെ പിന്തുണയ്ക്കുന്നു. നാല് പതിറ്റാണ്ടിലേറെയായി കൊല്ലം പരപ്പ് പ്രാദേശിക മത്സ്യബന്ധന വ്യവസായത്തിന് ഏറെ സംഭാവന ചെയ്യുന്ന ഒരു പ്രധാന മത്സ്യബന്ധന കേന്ദ്രമാണ്.**

കേരളതീരത്ത് വിപുലമായ പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ ശ്രേണി ഇല്ലെങ്കിലും, വേലിയേറ്റ, വേലിയിറക്ക മേഖലകളിൽ തുണ്ടുകളായി കാണപ്പെടുന്ന പവിഴപ്പുറ്റുകളാണുള്ളത്. പിള്ള, ജാസ്മിൻ (1995) തുടങ്ങിയ ഗവേഷകർ റിപ്പോർട്ട് ചെയ്തതുപോലെ, കൊല്ലം പരപ്പിൽ ആഴക്കടലിൽ ആഴത്തിലുള്ള പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ കാര്യത്തിൽ പ്രത്യേകിച്ചും പ്രാധാന്യമുണ്ട്. കൊല്ലത്തെ തിരുമുല്ലവാരം, തങ്കശ്ശേരി തുറമുഖം എന്നിവിടങ്ങളിലും പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ വിതരണം രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട് (ജോർജ് et al., 2019). തിരുമുല്ലവാരത്തെ വേലിയേറ്റ പ്രദേശങ്ങളിൽ പൊറൈറ്റ്സ് ലൂട്ടിയ, ഫേവിറ്റീസ് എന്ന ഇനങ്ങളിൽപെട്ട പവിഴജീവികളുടെ കോളനികൾ ഉണ്ട്. എന്നാൽ മഴക്കാലത്ത് കനത്തരീതിയിൽ എക്കൽ അടിയുന്നത് പവിഴപ്പുറ്റുകൾക്ക് ഭീഷണിയാണ്.

1987 ജൂലൈ-ഓഗസ്റ്റ് മാസങ്ങളിൽ FORV സാഗർ സമ്പദ എന്ന ഗവേഷണയാനം നടത്തിയ **പഠനങ്ങൾ** കൊല്ലം പരപ്പിൽ ലഭ്യമായ മത്സ്യവിഭവങ്ങളിൽ ഏറ്റവും അധികം കാണപ്പെടുന്നത് കിളിമീനുകൾ ആണെന്ന് വ്യക്തമാക്കുന്നു(മൂർത്തി et al., 1990). തിരണ്ടികൾ, പെർച്ചുകൾ, അരണ മത്സ്യം, പാരകൾ, ചെമ്മീൻ, കണവ, നീരാളി എന്നിവയും

വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ പിടിക്കപ്പെടുന്ന ഇനങ്ങളാണ്. **ഫിഷറീസ് സർവേ ഓഫ് ഇന്ത്യയുടെ സർവേകൾ, കൊല്ലത്തിന്റെ ആഴമേറിയ കടൽത്തീരങ്ങൾ ആഴക്കടൽ കൊഞ്ചുകളുടെയും ലോബ്സ്റ്ററുകളുടെയും സമൃദ്ധമായ മത്സ്യബന്ധന കേന്ദ്രങ്ങളാണെന്ന് സ്ഥിരീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഈ പ്രദേശത്തിന്റെ ഉയർന്ന ഉൽപ്പാദനക്ഷമത, വാഡ്ജ് ബാങ്കിലേക്ക് നീളുന്ന ഡ്രിഫ്റ്റ് പ്രവാഹങ്ങളാൽ നയിക്കപ്പെടുന്ന, കീഴ്ത്തലം പൊങ്ങൽ (Upwelling) പ്രതിഭാസത്തിന്റെ വിപുലമായ ഫലങ്ങളുമായി ബന്ധപ്പെട്ടിരിക്കാം.**

19-ആം നൂറ്റാണ്ടിന്റെ അവസാനത്തിലാണ് കേരള തീരത്ത് വംശനാശഭീഷണി നേരിടുന്ന പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ രേഖപ്പെടുത്തൽ ആരംഭിക്കുന്നത്. റോയൽ ഇന്ത്യൻ മറൈൻ സർവേ ഷിപ്പ് "ഇൻവെസ്റ്റിഗേറ്റർ" ഇന്ത്യൻ തീരത്ത് ആഴത്തിലുള്ള ജല സർവേകൾ നടത്തുകയും തിരുവിതാംകൂർ തീരത്ത് 787 മീറ്റർ താഴ്ചയിൽ ആഴക്കടൽ കടൽ പവിഴപ്പുറ്റുകളെ രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു (അൽകോക്ക്, 1898). പിന്നീട്, FORV സാഗർ സംപദ ക്വയിലോൺ ബാങ്കിൽ നിന്ന് 40 മുതൽ 100 മീറ്റർ വരെ ആഴത്തിൽ നിന്ന് ഡ്രെഡ്ജ് ചെയ്ത 16 പവിഴജീവി ഇനങ്ങൾ ശേഖരിക്കുകയും രേഖപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്തു (പിള്ളയും ജാസ്മിനും, 1995). ഈ കണ്ടെത്തലുകൾ തിരുവനന്തപുരത്തിനും കൊല്ലത്തിനും പുറത്തുള്ള ആഴക്കടലിൽ പവിഴജീവി ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ പ്രാധാന്യം എടുത്തുകാണിക്കുന്നു. അവ വലിയ തോതിൽ പര്യവേക്ഷണം ചെയ്യപ്പെടാതെ തുടരുകയും ചെയ്യുന്നു. **പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ നിലനിൽപ്പിന് ഏറ്റവും ഭീഷണി എക്കൽ അടിയുന്നതാണ്. അതിനാൽ നിർദ്ദിഷ്ട മണൽ ഖനന പ്രവർത്തനങ്ങൾ പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെ നിലനിൽപ്പിനെ കാര്യമായി ബാധിക്കുകയും ചെയ്യും. കൂടാതെ, എല്ലാ പവിഴപ്പുറ്റുകളും ഇന്ത്യയുടെ വന്യജീവി (സംരക്ഷണ) നിയമത്തിന്റെ ഷെഡ്യൂൾ I-ൽ ഉൾപ്പെടുത്തിയതിനാൽ ഇവ ഏറെ സംരക്ഷണ പ്രാധാന്യം അർഹിക്കുന്നവയാണ്.**

3. പാറപ്പാരുകളും അവയുടെ പാരിസ്ഥിതിക പ്രാധാന്യവും

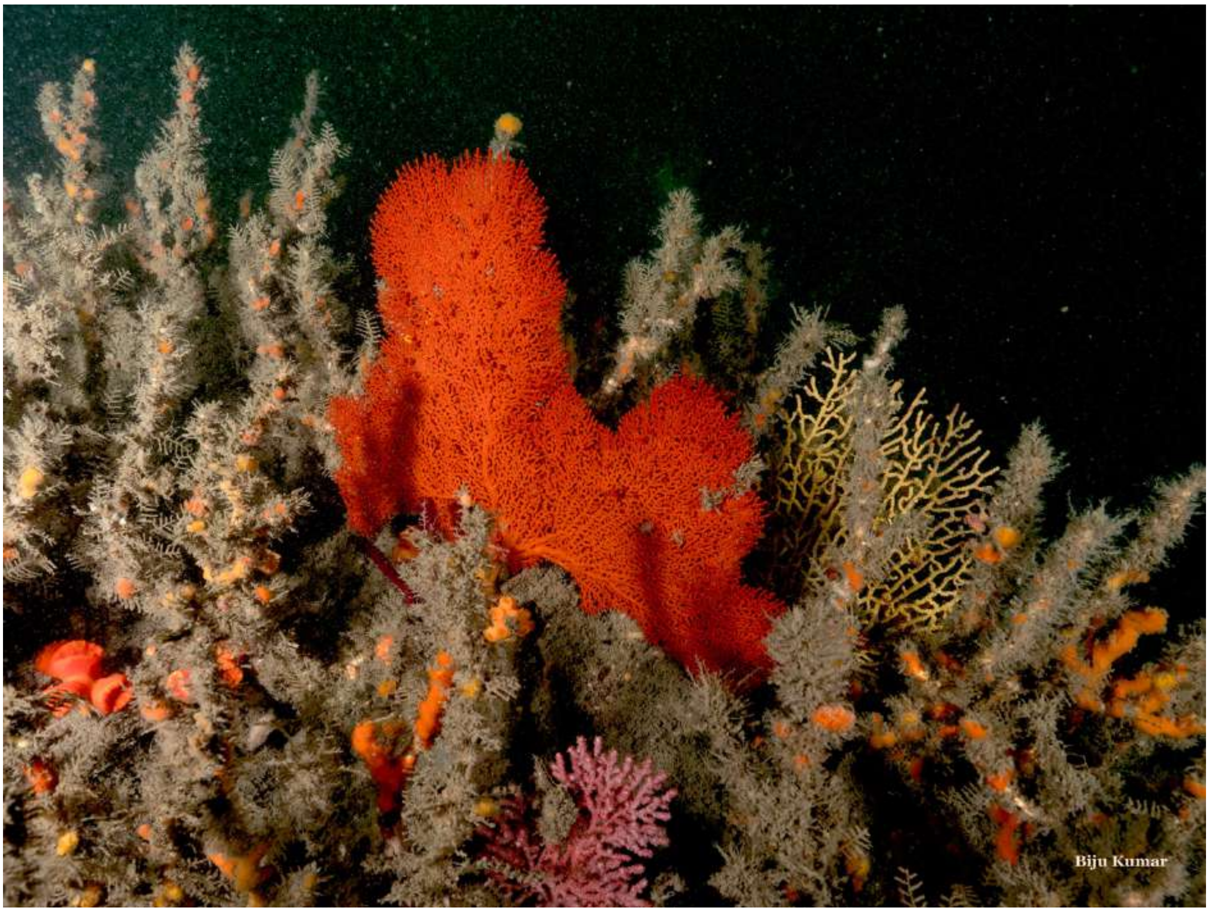
കൊല്ലം തീരത്തെ ആഴം കുറഞ്ഞ തീരക്കടലിൽ പാറക്കെട്ടുകൾ (പ്രധാനമായും വെട്ടുകൽ) നിറഞ്ഞ പാറക്കൂട്ടങ്ങൾ കാണപ്പെടുന്നുണ്ട്. കടൽ ജീവജാലങ്ങൾക്ക് പറ്റിപ്പിടിച്ച് വളരാനും ആഹാരം കണ്ടെത്താനും ഒളിക്കാനും പ്രജനനം നടത്താനും അനുയോജ്യമായ രീതിയിൽ രൂപം കൊണ്ടുവന്ന മേഖലകളാണ് കടലിനടിയിലെ പാറപ്പാരുകൾ. അത് സവിശേഷമായ ഒരു സമുദ്ര ആവാസവ്യവസ്ഥയെ പിന്തുണയ്ക്കുകയും ഈ മേഖലയിലെ

മത്സ്യബന്ധന സമൂഹങ്ങൾക്ക് നിർണായക ഉപജീവനമാർഗം നൽകുകയും ചെയ്യുന്നു. കേരള സർവ്വകലാശാലയുടെ അക്വാട്ടിക് ബയോളജി & ഫിഷറീസ് വകുപ്പിലെ മറൈൻ മോണിറ്ററിംഗ് ലാബ് (എംഎംഎൽ) നടത്തിയ ജലത്തിനടിയിലുള്ള സർവേയിൽ കൊല്ലം തീരപ്രദേശത്ത് അഞ്ച് ഇനം ഉറപ്പുള്ള ശരീരമുള്ള പവിഴങ്ങജീവികളും 30 ലധികം മൃദുപവിഴജീവികളെയും രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുണ്ട്. ഇവയിൽ പലതും ഈ പ്രദേശത്തിലെ പുതിയ റെക്കോർഡുകളാണ്, കേരളത്തിൽ രേഖപ്പെടുത്തിയിരിക്കുന്ന മൃദുവായ പവിഴ ഇനങ്ങളുടെ മൂന്നിൽ രണ്ട് ഭാഗവും കൊല്ലം തീരത്താണ് കാണപ്പെടുന്നതെന്ന് പഠനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നു. ഈ പാറക്കെട്ടുകൾ ജൈവവൈവിധ്യ ഹോട്ട്സ്പോട്ടുകളായി കണക്കാക്കപ്പെടുന്നു, വൈവിധ്യമാർന്ന സമുദ്രജീവികൾക്ക് ആവാസ വ്യവസ്ഥകൾ, പ്രജനന കേന്ദ്രങ്ങൾ, അഭയം എന്നിവ വാഗ്ദാനം ചെയ്തുകൊണ്ട് സമുദ്ര ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ ഒരു പ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കുന്നു.

കൊല്ലം തീരത്ത് ജൈവവൈവിധ്യത്താൽ സമ്പന്നമായ പാറപ്പാരുകൾ നിരവധി മത്സ്യങ്ങളുടെ അഭയകേന്ദ്രമായി വർത്തിക്കുന്നു

കൂടാതെ, പ്രസ്തുത പ്രദേശങ്ങൾ മത്സ്യങ്ങൾ, കൊഞ്ചുകൾ, പവിഴജീവികൾ, സ്പോഞ്ചുകൾ, ആൽഗകൾ എന്നിവയ്ക്ക് തീറ്റയും അഭയകേന്ദ്രവുമായി വർത്തിച്ചുകൊണ്ട് പാറപ്പാരുകൾ സങ്കീർണ്ണമായ ശൃംഖലകളെ പിന്തുണയ്ക്കുന്നു.

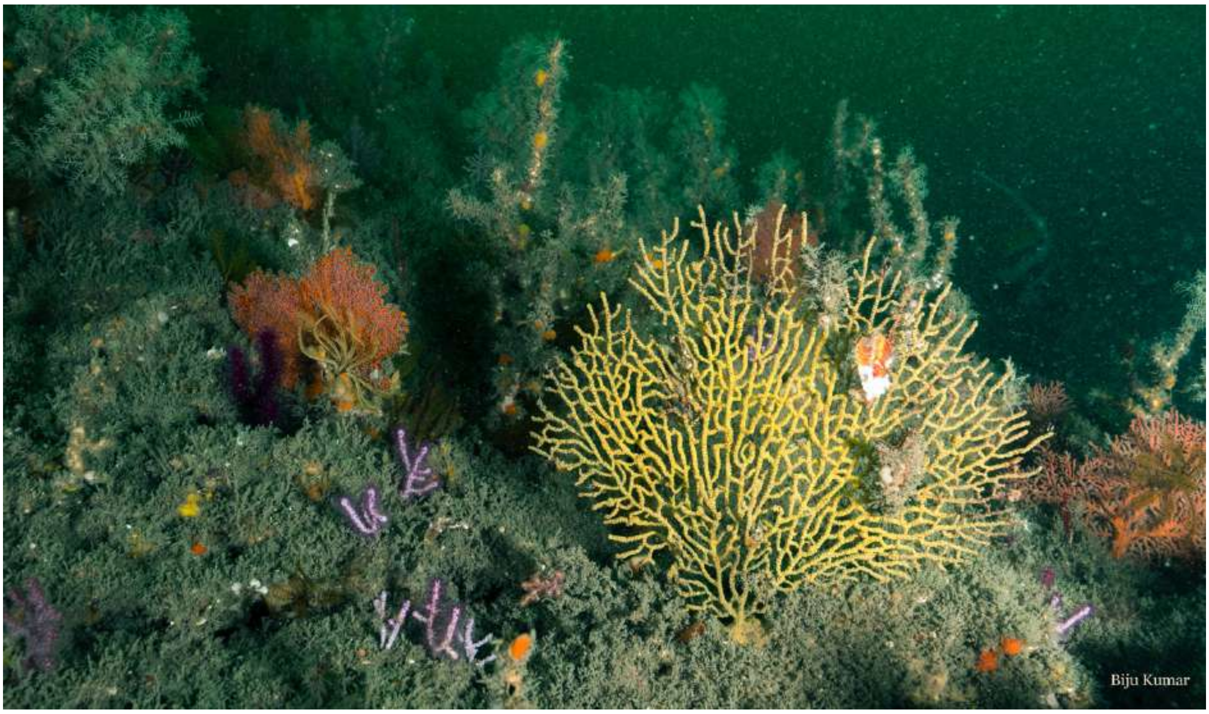
മത്സ്യക്കുഞ്ഞുങ്ങളുടെ നഴ്സറികളായി അവ പ്രവർത്തിക്കുന്നു, അതുവഴി ആരോഗ്യകരമായ മത്സ്യസമ്പത്തും പാരിസ്ഥിതിക സന്തുലിതാവസ്ഥയും നിലനിർത്തുന്നു. കൂടാതെ, ഈ പാറകൾ പവിഴപ്പുറ്റുകളെ പിന്തുണയ്ക്കുന്നതിലൂടെ സമുദ്രോത്പാദനക്ഷമത വർദ്ധിപ്പിക്കുന്നു, അതാകട്ടെ, നിരവധി സമുദ്രജീവികൾക്ക് ഭക്ഷണവും ആവാസ വ്യവസ്ഥയും നൽകുന്നു. അവയുടെ പാരിസ്ഥിതിക പങ്കിനപ്പുറം, പാറക്കെട്ടുകൾ തീരപ്രദേശങ്ങളെ മണ്ണൊലിപ്പിൽ നിന്ന് സംരക്ഷിക്കുക, ശക്തമായ തിരമാലകൾക്കും കൊടുങ്കാറ്റുകൾക്കും എതിരായ പ്രകൃതിദത്ത തടസ്സങ്ങളായി വർത്തിക്കുക തുടങ്ങിയ അവശ്യ ആവാസവ്യവസ്ഥ സേവനങ്ങൾ വാഗ്ദാനം ചെയ്യുന്നു. പ്രാദേശിക കമ്മ്യൂണിറ്റികൾക്ക് അധിക സാമ്പത്തിക നേട്ടങ്ങൾ പ്രദാനം ചെയ്യുന്ന ഡൈവിംഗ്, സ്നോർക്കെല്ലിംഗ് തുടങ്ങിയ പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് ഇക്കോടൂറിസം ഡെസ്റ്റിനേഷനുകളായി വികസിക്കാനുള്ള സാധ്യതയും ഈ പ്രദേശങ്ങൾക്ക് ഉണ്ട്.



കൊല്ലം തീരത്തെ പവിഴജീവികളുടെ അനിതരസാധാരണ ജൈവവൈവിധ്യം (ആഴം: 25 മീറ്റർ)

പരമ്പരാഗത മത്സ്യബന്ധന സമൂഹങ്ങൾ അവരുടെ സാമ്പത്തിക നിലനിൽപ്പിനായി ഈ പാറപ്പാരുകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട സമ്പന്നമായ മത്സ്യസമ്പത്തിനെയാണ് ആശ്രയിക്കുന്നത്. കൊല്ലത്തെ പാറപ്പാരുകൾ നൽകുന്ന ഇക്കോസിസ്റ്റം സേവനങ്ങൾക്ക് കൂടുതൽ അന്വേഷണം ആവശ്യമാണ്, പ്രത്യേകിച്ചും ഈ പ്രദേശങ്ങളെ ഉപജീവനത്തിനായി ആശ്രയിക്കുന്ന പ്രാദേശിക മത്സ്യത്തൊഴിലാളികളുടെ പങ്കാളിത്തത്തോടെ. കൊല്ലത്ത് നിന്ന് 40-60 മീറ്റർ ആഴം ലക്ഷ്യമാക്കിയുള്ള നിർദിഷ്ട കടൽത്തീര മണൽ ഖനന പ്രവർത്തനങ്ങൾ ഈ പാറപ്പാരുകളുടെ ആവാസവ്യവസ്ഥയെ നേരിട്ട് ഭീഷണിപ്പെടുത്തുന്നു. ഈ പാറപ്പാരുകൾ സമുദ്ര ജൈവവൈവിധ്യം നിലനിർത്തുകയും മത്സ്യ ഉൽപ്പാദനക്ഷമത ഉറപ്പാക്കുകയും ചെയ്യുന്ന ഫീഡർ സംവിധാനങ്ങളായി വർത്തിക്കുന്നതിനാൽ, ഇവയുടെ നാശം സമുദ്രജീവികൾക്കും അവയെ ആശ്രയിക്കുന്ന മത്സ്യബന്ധന സമൂഹങ്ങൾക്കും ഗുരുതരമായ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കും.

വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ വിലപിടിപ്പുള്ള പാര മത്സ്യങ്ങളുടെ ഇഷ്ട ആവാസകേന്ദ്രമെന്ന നിലയിൽ കൊല്ലത്തെ പാറപ്പാരുകൾ



പാറക്കെട്ടുകളിലെ ജീവന്റെ സമൃദ്ധി: പവിഴങ്ങൾ, മോളസ്കുകൾ, ഹൈഡ്രോയ്ഡുകൾ, സ്പോഞ്ചുകൾ, എക്കിനോഡെർമുകൾ

കൊല്ലം തീരത്ത് ഓറഞ്ച് കപ്പ് പവിഴജീവി (Tubastrea coccinea).

4. കടൽ മണൽ ഖനനത്തിന്റെ പാരിസ്ഥിതിക പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ

4.1 വെള്ളത്തിന്റെ കലക്കം

കടൽമണൽ ഖനനം നടത്തുമ്പോൾ ഗുണമേന്മയുള്ള മണൽ മാത്രം വേർതിരിച്ചെടുക്കേണ്ടി വരും. കേരളതീരത്തെ മണലിൽ വലിയ അളവിൽ ചെളിയടിയുന്നതിനാൽ കടലിൽ തന്നെ ഇവയെ ശുദ്ധീകരണ പ്രക്രിയക്ക് വിധേയമാക്കുമ്പോൾ വലിയതോതിൽ വെള്ളം കലങ്ങുന്നതിന് കാരണമാകും. ഇത് വെള്ളത്തിൽ പ്രകാശം കടക്കുന്നത് കുറയുന്നതിനും സമുദ്ര ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ പ്രാഥമിക ഉൽപ്പാദകരായ സസ്യപ്ലവകങ്ങളുടെ ഉൽപ്പാദനക്ഷമതയേയും അതുവഴി ജന്തുപ്ലവകങ്ങളുടെ അതിജീവനത്തെയും, ഇവയെ ഭക്ഷണമാക്കി ജീവിക്കുന്ന മത്സ്യങ്ങൾ ഉൾപ്പടെയുള്ള ജലജീവികളെയും ബാധിക്കും. ഒപ്പം, ഉൽപ്പാദനപ്രക്രിയയിലെ തടസ്സം സമുദ്ര ഭക്ഷ്യ ശൃംഖലയേയും സ്പീഷിസ് വിതരണത്തെയും പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്നു. കൂടാതെ, **സൂര്യപ്രകാശം കുറയുന്നത് ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ കാർബൺ സ്വാംശീകരണത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു. വർദ്ധിച്ച കലക്കം ജലജീവികൾക്ക് ഇരതേടാനും പുനരുൽപ്പാദിപ്പിക്കാനും ശ്വസിക്കാനും ബുദ്ധിമുട്ടാക്കുന്നു.** നീണ്ടകര ഫിഷിംഗ് ഹാർബറിലെ ഡ്രെഡ്ജിംഗും അഷ്ടമുടിക്കായലിൽ നിന്നുള്ള അവസാദങ്ങളുടെ വർദ്ധനയും കാരണം കൊല്ലം തീരക്കടലിൽ ഇതിനകം തന്നെ ഉയർന്നഅളവിൽ എക്കൽഅടിയൽ നടക്കുന്നുണ്ട്.

4.2 സമുദ്രജീവികളിലെ ആഘാതം

കടലിന്റെ അടിത്തട്ടിലെ അവസാദത്തിൽ ജീവിക്കുന്ന നിരവധി ജീവജാലങ്ങളുണ്ട്, ഇവയിൽ പവിഴപ്പുറ്റുകളും സ്പോഞ്ചുകളും പോലുള്ളവയും, നീരാളികൾ, കണവകൾ എന്നിവ പോലുള്ള മൊബൈൽ സ്പീഷീസുകളും ഉൾപ്പെടും. വിവിധ സമുദ്ര ജീവികളുടെ പാരസ്പര്യമാണ് ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ ആരോഗ്യവും ജൈവവൈവിധ്യത്തെ നിലനിർത്തുന്ന ഇടപെടലുകളും സുഗമമാക്കുന്നത്. മണൽ ഖനനം ഈ ആവാസ വ്യവസ്ഥകളെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു, അടിത്തട്ടുനിവാസികളായ ജന്തുജാലങ്ങളുടെയും പവിഴപ്പുറ്റുകളുടെയും കോളനികൾ നീക്കം ചെയ്യുകയോ കുഴിച്ചുമൂടപ്പെടുകയോ ചെയ്യുന്നു, ഇത് സമുദ്ര ആവാസവ്യവസ്ഥയെ സാരമായി ബാധിക്കും. കേരളത്തിൽ ഏറ്റവും കൂടുതൽ ഒറ്റപ്പെട്ടതും മൃദുവായതുമായ

പവിഴപ്പുറ്റുകളുള്ളത് കൊല്ലം മേഖലയിലാണ്, മണൽ ഖനനം മൂലം അവയുടെ നാശം ജൈവവൈവിധ്യ നഷ്ടത്തിന് കാരണമാകും. കൂടാതെ, ആഴക്കടൽ ചെമ്മീൻ, സെഫലോപോഡുകൾ (ഒക്ടോപസുകൾ, കണവകൾ) പോലുള്ള ഉയർന്ന മൂല്യമുള്ള മത്സ്യങ്ങളുടെ പ്രധാന മത്സ്യബന്ധന കേന്ദ്രമാണ് കൊല്ലത്തിന് പുറത്തുള്ള ആഴക്കടൽ. ഖനനം അവയുടെ തീറ്റയും പ്രജനനവും തടസ്സപ്പെടുത്തും, കൂടാതെ പ്രസ്തുത പ്രദേശത്ത് ധാരാളം കാണപ്പെടുന്ന 'കരിക്കാടി' ചെമ്മീൻ പോലുള്ള ഇനങ്ങളുടെ തീരക്കടലിലേക്കുള്ള യാത്രയും ഇതുവഴി തടസപ്പെട്ടേക്കാം.

4.3 നിലവിലെ പാറ്റേണുകളിൽ മാറ്റം

മണൽ, ചരൽ ഖനന പ്രവർത്തനങ്ങൾക്ക് കടലിലെ ഹൈഡ്രോഡൈനാമിക് സംവിധാനങ്ങളെ മാറ്റാൻ കഴിയും. ഇത് ജലചംക്രമണം, പ്രവാഹങ്ങളുടെ വേഗത, സ്വാഭാവിക ജലനിരപ്പ് വ്യതിയാനങ്ങൾ എന്നിവയെ ബാധിക്കുന്നു. അത്തരം മാറ്റങ്ങൾ ഒഴുക്കിനെ തടസ്സപ്പെടുത്തുകയോ വഴിതിരിച്ചുവിടുകയോ ചെയ്യാം, അടിത്തട്ടിന്റെ ആകൃതിമാറ്റം സമുദ്ര ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ സ്ഥിരതയെ സാരമായി ബാധിക്കുകയും ചെയ്യും.

4.4 ജലമലിനീകരണം

ഖനനം ചെയ്ത മണൽ സാധാരണയായി കുറഞ്ഞ രാസപ്രവർത്തനങ്ങൾ പ്രകടിപ്പിക്കുമ്പോൾ, ഉയർന്ന ചെളിയും കളിമണ്ണും ഉള്ളവയിൽ ജൈവവസ്തുക്കളും മാലിന്യങ്ങളും അടങ്ങിയിരിക്കാം. **ഡ്രെഡ്ജിംഗ് സമയത്ത് ഈ അവശിഷ്ടങ്ങളുടെ കലക്കം ജലപ്പരപ്പിലേക്ക് മലിനീകാരകങ്ങളെ പുനരവതരിപ്പിക്കുകയും സമുദ്രജീവികളിലേക്ക് ഇവയെ പെട്ടെന്ന് എത്തിക്കുകയും ചെയ്യും. ഇത്തരം മലിനീകരണം സമുദ്ര ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ ദീർഘകാല പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കും. ഇത് ഭക്ഷ്യ ശൃംഖലയിലെ വിഷ ലോഹങ്ങളുടെ ജൈവശേഖരണത്തിലേക്ക് നയിച്ചേക്കാം. ഇത് ആത്യന്തികമായി മനുഷ്യന്റെ ആരോഗ്യത്തെയും ബാധിക്കുന്നു**. കൂടാതെ, കടൽത്തീരത്ത് നിന്ന് മണൽ നീക്കം ചെയ്യുന്നത് സുപ്രധാന പോഷകങ്ങളെ നീക്കംചെയ്യുന്നു, അല്ലാത്തപക്ഷം ആവാസവ്യവസ്ഥയിലേക്ക് ഇവ പുനരുപയോഗം ചെയ്യപ്പെടും, ഇത് മൊത്തത്തിലുള്ള പോഷക ലഭ്യത കുറയുന്നതിന് കാരണമാകുന്നു.

4.5 ഓക്സിജന്റെ കുറവും വിഷ ആൽഗകളുടെ വളർച്ചയും

മണൽ ഖനനം മൂലം ലയിക്കുന്ന ഓക്സിജന്റെ അളവ് കുറയുന്നത് മത്സ്യങ്ങളെ സുരക്ഷിത മേഖലകളിലേക്ക് കുടിയേറാൻ പ്രേരിപ്പിക്കുകയും പ്രാദേശിക മത്സ്യബന്ധനത്തെ തടസ്സപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യും. **കലങ്ങിയ ജലത്തിൽ ഓക്സിജൻ കുറയുകയും പോഷകങ്ങൾ വർധിക്കുകയും ചെയ്യുന്ന സാഹചര്യത്തിൽ വിഷ ആൽഗകളുടെ (ഹാംഫുൾ ആൽഗൽ ബ്ലൂമുകൾ) പെട്ടെന്നുള്ള വംശവർധന നടക്കുന്നു. ഇവ ഒരുമിച്ച് ചീഞ്ഞുപോകുമ്പോൾ ജലഗുണനിലവാരത്തെ ബാധിക്കുമെന്നുമാത്രമല്ല ഇവയെ ആഹരിക്കുന്ന ജീവികൾ വഴി മനുഷ്യരിലും വിഷം എത്തിച്ചേരാം.** ഇവയിൽ മനുഷ്യരുടെ ജീവനെടുക്കുന്ന മാരകമായ വിഷങ്ങൾ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ട്, വിഷ ആൽഗകളുടെ ദ്രുത വളർച്ചാ വ്യതിയാനങ്ങൾ അഷ്ടമുടിക്കായലിൽ അടുത്തിടെ കൂട്ടമത്സ്യങ്ങൾ കൂട്ടത്തോടെ ചത്തൊടുങ്ങുന്നതുൾപ്പെടെ വിഷ ആൽഗകളുമായി ബന്ധപ്പെട്ട നിരവധി സംഭവങ്ങൾ കൊല്ലം തീരക്കടലിൽ ഇതിനകം തന്നെ രേഖപ്പെടുത്തപ്പെട്ടിട്ടുണ്ട്.

4.6 തീരത്തെ മണ്ണൊലിപ്പ്/തീരനാശം

കടലാമകൾ, കടൽ പക്ഷികൾ, ഞണ്ടുകൾ തുടങ്ങിയ സമുദ്രജീവികൾക്ക് തീരങ്ങൾ നിർണായകമായ ആവാസ വ്യവസ്ഥകൾ നൽകുന്നു. മണൽ ഖനനം ഈ ആവാസവ്യവസ്ഥകളെ അസ്ഥിരപ്പെടുത്തുന്നു, മണലിന്റെ സ്വാഭാവിക ഒഴുക്കിനെ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു, സുനാമികൾ, ചുഴലിക്കാറ്റുകൾ, മണ്ണൊലിപ്പ് എന്നിവയ്ക്കെതിരായ തീരദേശ പ്രതിരോധത്തെ ദുർബലപ്പെടുത്തുന്നു. കടൽ മണൽ നീക്കം ചെയ്യുന്നത് കടൽത്തീരത്തെ നാശനഷ്ടങ്ങൾക്കുള്ള സാധ്യത വർദ്ധിപ്പിക്കും. തീരക്കടലിലെ ഡ്രെഡ്ജിംഗ്/മണൽ ഖനനം മണലിന്റെയും അവസാദങ്ങളുടെയും സന്തുലിതാവസ്ഥയെ കൂടുതൽ തടസ്സപ്പെടുത്തുന്നു, ഇത് കടൽത്തീരത്തെ അസ്വസ്ഥതകൾക്ക് കാരണമാകുന്നു, തീരത്തെ അസ്ഥിരമാക്കുന്നു. കൂടാതെ അടിത്തട്ടുനിവാസികളായ ജന്തു കമ്മ്യൂണിറ്റികളെയും പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്നു. നിലവിൽ തന്നെ ഏറ്റവുമധികം കടൽക്ഷോഭവും തീരശോഷണവും നേരിടുന്ന ജില്ലകളിൽ ഒന്നായ കൊല്ലത്ത് ഇത് പ്രശ്നങ്ങൾ കൂടുതൽ രൂക്ഷമാക്കാം.

4.7 ചാകരയുടെ അവസ്ഥ

മൺസൂൺ കാലത്ത് കേരളതീരത്ത് ശക്തമായ കീഴ്ത്തലം പൊങ്ങൽ (Upwelling) കൊണ്ട് താഴെതട്ടിലുള്ള തണുപ്പുള്ളതും പോഷകസമൃദ്ധവുമായ ജലം മുകളിലേക്ക് വരികയും ഇത് പോഷകാലഭ്യത കൂട്ടുകയും മത്സ്യവളർച്ചയ്ക്കും, പ്രജനനത്തിനും അനുകൂലസാഹചര്യമൊരുക്കുകയും ചെയ്യുന്നു. കാലവർഷക്കാലത്തെ ശക്തമായ തിരകൾ ചാകരപ്രദേശത്തിന്റെ അടിത്തട്ടുമായി പ്രതിപ്രവർത്തിച്ച് അടിത്തട്ടിലെ ചെളിയെ ജലോപരിതലത്തിലേക്ക് തള്ളുകയും അവ ജലാശയത്തിൽ തങ്ങിനിൽക്കുകയും ചെയ്യുമ്പോൾ 'ചാകര' എന്ന പ്രതിഭാസം ഉണ്ടാകുന്നുവെന്നതാണ് പൊതുവായ ധാരണ. പാമ്പരാഗത മത്സ്യത്തൊഴിലാളികൾക്ക് ഏറ്റവും വരുമാനം നേടിക്കൊടുക്കുന്ന ചാകരയ്ക്ക് അടുത്തകാലത്തായി വ്യതിയാനങ്ങൾ ഏറെ ഉണ്ടായിട്ടുണ്ട്. മൺസൂൺ മത്സ്യബന്ധനത്തെ പിന്തുണയ്ക്കുന്ന ശാന്തമായ ജലം സൃഷ്ടിക്കുന്നഇത്തരം മേഖലകൾക്ക് മണൽ ഖനനം സൃഷ്ടിച്ചേക്കാവുന്ന ആഘാതം പഠനവിധേയമാകേണ്ടതാണ്.

4.8 കാലാവസ്ഥാ വ്യതിയാനം

ആഗോള കാർബൺ ചക്രത്തിൽ ആഴക്കടൽ/ തീരദേശ മണൽ ഖനനം സൃഷ്ടിക്കുന്ന ദീർഘകാല പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഇപ്പോഴും പൂർണ്ണമായി മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിഞ്ഞിട്ടില്ല, എന്നാൽ അത് കാര്യമായേക്കാം. വലിയകാലഘട്ടത്തിൽ കടലിന്റെ അടിത്തട്ടിൽ സംഭരിച്ചിരിക്കുന്ന കാർബൺ ഖനനം വഴി പുറത്തുവരുമ്പോൾ അത് അന്തരീക്ഷത്തിലെത്തുകയും കാലാവസ്ഥാ വ്യതിയാനത്തിന് ആക്കം കൂട്ടുകയും ചെയ്യും. കൂടാതെ, പവിഴപ്പുറ്റുകളും ബെന്തിക് ആവാസ വ്യവസ്ഥകളും നൽകുന്ന ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ സേവനങ്ങളുടെ നഷ്ടം കാലാവസ്ഥാ വ്യതിയാനത്തോടുള്ള കടൽ ജീവികളുടെ പ്രതിരോധശേഷിയെ കൂടുതൽ ദുർബലമാക്കുകയും തീരദേശ സമൂഹങ്ങളുടെ വാൾനറബിലിറ്റി വർദ്ധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യും.

5. സാമ്പത്തിക മൂലധനവും പാരിസ്ഥിതിക മൂലധനവും

സംസ്ഥാന-ദേശീയ തലങ്ങളിലെ പ്രധാന അടിസ്ഥാന സൗകര്യ പദ്ധതികളുടെ വികസനത്തെ പിന്തുണയ്ക്കുന്നതിൽ കടൽ മണൽ ഖനനം ഒരു പ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. വ്യാവസായിക, സാമ്പത്തിക മേഖലകളെ ഉത്തേജിപ്പിക്കുന്നതിനുള്ള തന്ത്രപരമായ പ്രവർത്തനമായാണ് ഇത് പലപ്പോഴും കാണുന്നത്. എന്നിരുന്നാലും, കടൽ മണൽ ഖനനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട പാരിസ്ഥിതികവും സാമൂഹികവുമായ ആഘാതങ്ങൾ വളരെ ശക്തവും ഗണ്യവുമാണ്. ജലത്തിന്റെ ഗുണനിലവാരം കുറയൽ, പ്രജനന പ്രദേശങ്ങളുടെ നാശം, കടൽജലത്തിന്റെ വർദ്ധിച്ചുവരുന്ന കലക്കം, പ്രാദേശിക സമൂഹങ്ങൾക്കുള്ള തടസ്സങ്ങൾ എന്നിവ ഇതിൽ ഉൾപ്പെടുന്നു. അതിനാൽ, സുസ്ഥിര ആവാസവ്യവസ്ഥ മാനേജ്മെന്റിന്റെ ദീർഘകാല പാരിസ്ഥിതികവും സാമ്പത്തികവുമായ മൂല്യം വിലയിരുത്തേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്, കാരണം മണൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നതിൽ നിന്ന് ലഭിക്കുന്ന വരുമാനം പാരിസ്ഥിതിക ചെലവിനേക്കാൾ കൂടുതലാകില്ല.

ഇതുകൂടാതെ കടൽ മണൽ ഖനന പ്രക്രിയ സങ്കീർണ്ണമാണ്. ആദ്യം, മണലും അവശിഷ്ടവും ഡ്രഡ്ജ് ചെയ്ത് ബാർജുകൾ വഴി കൊണ്ടുപോകണം. ശേഖരിച്ച മണൽ കളിമണ്ണും ചെളിയും നീക്കം ചെയ്യുന്നതിനായി ഒന്നിലധികം റൗണ്ട് വൃത്തിയാക്കൽ ആവശ്യമാണ്. തുടർന്ന് കരയിലെത്തിച്ച് ശുദ്ധജലം ഉപയോഗിച്ച് മണൽ കൂടുതൽ കഴുകേണ്ടി വരും. **വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന മണൽ കഴുകുന്നതിന് കരയിൽ നിന്നുള്ള ശുദ്ധജല സ്രോതസ്സുകൾ ഉപയോഗിക്കുന്നതിന്റെ സാമ്പത്തിക പ്രത്യാഘാതങ്ങളും അതിനുവേണ്ട ശുദ്ധജലലഭ്യതയും ശ്രദ്ധാപൂർവ്വം പരിഗണിക്കേണ്ടതുണ്ട്.**

കടലിലെ മണൽ നിക്ഷേപം ഭാഗികമായി എത്തുന്നത് നദികളിൽ നിന്നാണെന്ന് പര്യവേക്ഷണങ്ങൾ തെളിയിച്ചിട്ടുണ്ട്. എന്നിരുന്നാലും, നദികളുടെ ഒഴുക്കും അതുവഴിയുള്ള മണലിന്റെ ഒഴുക്കും ഇപ്പോൾ അണക്കെട്ടുകൾ കാരണം വളരെ നിയന്ത്രിക്കപ്പെട്ടിരിക്കുന്നു. ഇത് സമുദ്ര ആവാസവ്യവസ്ഥയിൽ മണൽ സുസ്ഥിരമായി എത്തുന്നത് കുറയ്ക്കുന്നു. ഒരിക്കൽ ഖനനം ചെയ്ത കടൽതട്ട് വീണ്ടെടുക്കാൻ ഗണ്യമായ സമയമെടുക്കും. കൊല്ലം തീരത്ത്, അഷ്ടമുടിക്കായലിലേക്ക് എത്തുന്ന പുഴകളിലെ അണക്കെട്ടുകൾ മണൽ ഒഴുക്കിവിടുന്നത് കുറച്ചിട്ടുണ്ട്, ഒപ്പം കൂടുതൽ എക്കൽ

ആണ് കടലിൽ കൂടുതൽ അടിയുന്നത്. നദിയിൽ നിന്നുള്ള മണൽ വരവ് തടഞ്ഞതിനാൽ ഈ വീണ്ടെടുക്കൽ കൂടുതൽ വൈകുന്നു.

വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന മണൽ പ്രാഥമികമായി നിർമ്മാണ നിലവാരത്തിലുള്ളതാണെന്ന അനുമാനം തെളിയിക്കപ്പെടേണ്ടതുണ്ട്. പ്രദേശത്തെ ഫീൽഡ് പഠനങ്ങൾ സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഉയർന്ന അവശിഷ്ടത്തിൻ്റെ അളവ്, അഷ്ടമുടിക്കായലിൽ നിന്നുള്ള ചെളി നി ക്ഷേപം കൂടുതൽ രൂക്ഷമാകാൻ സാധ്യതയുണ്ട് എന്നാണ്. അതായത് കൊല്ലം തീരത്ത് മണലിൽ സിംഹഭാഗവും നിർമ്മാണ നിലവാരത്തിലുള്ളതാണെന്ന അവകാശവാദം ശരിയാവണമെന്നില്ല. പ്രസ്തുതപ്രദേശത്തു നടത്തിയ സ്ക്യൂബാ ഡൈവിംഗ് പഠനങ്ങൾ വൻതോതിൽ എക്കൽ അടിയുന്നത് സ്ഥിരീകരിച്ചിട്ടുണ്ട്. ഇത് ഖനനം ചെയ്ത വസ്തുക്കളുടെ യഥാർത്ഥ ഘടനയെക്കുറിച്ചും നിർമ്മാണ ആവശ്യങ്ങൾക്ക് അനുയോജ്യതയെക്കുറിച്ചും ആശങ്ക ഉയർത്തുന്നു.

6. മത്സ്യത്തൊഴിലാളികളുടെ സാമൂഹിക-സാമ്പത്തിക പ്രത്യാഘാതങ്ങളും ഉപജീവന മാർഗങ്ങളും

മണൽ നീക്കം ചെയ്യുന്നത് തീരദേശ മോർഫോഡൈനാമിക്സിൽ മാറ്റം വരുത്തുകയും പ്രകൃതിദത്ത അവശിഷ്ട ഗതാഗതത്തെയും നിക്ഷേപ രീതികളെയും തടസ്സപ്പെടുത്തുകയും ചെയ്യാം. ഇത്തരം അസ്വസ്ഥതകൾ സമുദ്ര ആവാസ വ്യവസ്ഥകളെ നശിപ്പിക്കുകയും , മത്സ്യ ജനസംഖ്യയെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കുന്ന മൃത മേഖലകൾ (ഡെഡ് സോണുകൾ) സൃഷ്ടിക്കുന്നു. ഇത്തരം തടസ്സങ്ങൾ പ്രാദേശിക മത്സ്യബന്ധന സമൂഹങ്ങളുടെ, പ്രത്യേകിച്ച് സമുദ്രവിഭവങ്ങളെ അവരുടെ പ്രാഥമിക വരുമാനത്തിന്റെയും ഉപജീവനത്തിന്റെയും സ്രോതസ്സായി ആശ്രയിക്കുന്നവരുടെ, ജീവിതത്തെ നേരിട്ട് ഭീഷണിയിലാക്കാം. **കേരള തീരത്ത് കൃത്രിമ പാരുകൾ സ്ഥാപിക്കുന്നത് പോലെയുള്ള കടൽ മത്സ്യസമ്പത്ത് സംരക്ഷിക്കാനുള്ള സർക്കാർ ശ്രമങ്ങൾക്കിടയിലും മണൽ ഖനനം മൂലമുണ്ടാകുന്ന പാരിസ്ഥിതിക നാശം സാമ്പത്തികമായി പിന്നാക്കം നിൽക്കുന്ന ജനവിഭാഗങ്ങളെ കൂടുതൽ ദുരിതത്തിലാക്കാം.**

അത്യുൽപാദന ശേഷിയുള്ള കൊല്ലം പരപ്പിന് സമീപം മണൽ ഖനനം നടത്തിയാൽ മത്സ്യസമ്പത്ത് ഗണ്യമായി കുറയുകയും പരമ്പരാഗത മത്സ്യത്തൊഴിലാളികളുടെ വരുമാനം കുറയുകയും ചെയ്യും. കടലിന്റെ

അടിത്തട്ടിലുള്ള ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ തകരാറുകൾ വീണ്ടെടുക്കാൻ വർഷങ്ങളെടുത്തേക്കാം, അടിത്തട്ടിൽ വസിക്കുന്ന ചെമ്മീനുകളെ ലക്ഷ്യമിടുന്ന ട്രോളർ പ്രവർത്തനങ്ങളെ ഇത് ബാധിക്കും. കൂടാതെ, കൊല്ലത്തെ പാറക്കെട്ടുകളുടെ നാശം മത്സ്യസമ്പത്ത് കൂടുതൽ കുറയ്ക്കും, ഇത് ആവാസവ്യവസ്ഥയെ ഉപജീവനത്തിനായി ആശ്രയിക്കുന്ന പരമ്പരാഗത മത്സ്യത്തൊഴിലാളികളെ പ്രതികൂലമായി ബാധിക്കും.

മണൽ ഖനനത്തിന്റെ ഇത്തരം പാരിസ്ഥിതിക-സാമ്പത്തിക പ്രത്യാഘാതങ്ങൾക്കുള്ള സാധ്യതകൾ കണക്കിലെടുത്ത്, സമുദ്ര ജൈവവൈവിധ്യത്തിലും പ്രാദേശിക സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയിലും മണൽ ഖനനത്തിന്റെ പ്രതികൂല പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ രേഖപ്പെടുത്തിയിട്ടുള്ള ലോകമെമ്പാടുമുള്ള സമുദ്ര പരിസ്ഥിതി ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെയും മത്സ്യഗവേഷകരുടെയും കണ്ടെത്തലുകൾ പരിഗണിക്കിലെടുത്ത് (രത്നാവതി et al., 2024 കാണുക), ഒരു മുൻകരുതൽ സമീപനം കടൽ മണൽ ഘനനവുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് സ്വീകരിക്കുന്ന തീരുമാനങ്ങളിൽ അനിവാര്യമാണ്.

സമുദ്ര ആവാസവ്യവസ്ഥകൾക്ക് വ്യക്തമായ ഭൗതിക അതിരുകൾ ഇല്ലാത്തതിനാൽ, ആഴക്കടൽ ഖനനത്തിന്റെ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉടനടി വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്ന സ്ഥലത്തിനപ്പുറത്തേക്ക് വ്യാപിക്കുന്നു. പാരിസ്ഥിതിക അസ്വസ്ഥതകൾ പ്രദേശങ്ങളിലുടനീളം വ്യാപിക്കുകയും പ്രവചനാതീതമായ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾക്ക് കാരണമാവുകയും ചെയ്യും. പ്രാഥമിക ഉൽപാദനത്തിലെ ഇടിവ് പ്രാദേശിക തലങ്ങളിൽ മാത്രമല്ല ആഗോളതലത്തിലും പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കുകയും മീൻപിടിത്തം ഉപജീവനമാർഗമായ ലക്ഷക്കണക്കിന് ജനങ്ങളുടെ വരുമാനത്തെയും പോഷകസുരക്ഷയെയും ബാധിച്ചേക്കാം.

7. മൊറട്ടോറിയത്തിനായുള്ള അന്താരാഷ്ട്ര കോളുകൾ

ലോകമെമ്പാടും രാജ്യങ്ങൾ നീല സമ്പദ്‌വ്യവസ്ഥയെ മുറുകെപ്പിടിക്കുന്ന കാലഘട്ടത്തിൽ കടൽ മണൽ ഖനനം ഒരു ആഗോള സമ്പ്രദായമായി മാറിയിട്ടുണ്ട്. അത് അതിന്റെ പ്രതികൂല പാരിസ്ഥിതികവും സാമൂഹികവുമായ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ കാരണം കൂടുതൽ സൂക്ഷ്മപരിശോധനയ്ക്ക് വിധേയമാവുകയും ചെയ്യുന്നുണ്ട്. വർദ്ധിച്ചുവരുന്ന ഈ ആശങ്ക സമുദ്ര ജൈവവൈവിധ്യത്തെക്കുറിച്ചും വിഭവ സുസ്ഥിരതയിൽ മണൽ ഖനനത്തിന്റെ ദീർഘകാല പ്രത്യാഘാതങ്ങളെക്കുറിച്ചും ആഴത്തിലുള്ള പഠനങ്ങൾ

ആവശ്യപ്പെടുന്നതിലേക്ക് നയിച്ചു. ഇന്ത്യയെപ്പോലുള്ള രാജ്യങ്ങളിൽ, മത്സ്യത്തൊഴിലാളികളുടെ ഉപജീവനമാർഗം ആഴം കുറഞ്ഞ തീരദേശ ജലത്തിന്റെ ആരോഗ്യത്തെയും സുസ്ഥിരമായ വിഭവ ലഭ്യതയെയും ആശ്രയിച്ചിരിക്കുന്നു. ഉത്തരവാദിത്തമുള്ള റിസോഴ്സ് മാനേജ്മെന്റിന്റെ ആവശ്യകത പ്രത്യേകിച്ചും അടിയന്തിരമാണ്. വാണിജ്യാടിസ്ഥാനത്തിൽ വിലപിടിപ്പുള്ള പല സമുദ്രജീവികളും 100 മീറ്റർ വരെ ആഴത്തിൽ സ്ഥിതി ചെയ്യുന്ന ഭക്ഷണ, പ്രജനന കേന്ദ്രങ്ങളെ ആശ്രയിക്കുന്നു, പലപ്പോഴും ആഴത്തിലുള്ള വെള്ളത്തിൽ നിന്ന് മത്സ്യബന്ധനം നിലനിർത്തുന്ന തീരപ്രദേശങ്ങളിലേക്ക് ഇവ കുടിയേറുന്നു. ഇത്തരം പാരിസ്ഥിതിക പാരസ്പര്യത്തിനുള്ള ഒരു പ്രധാന ഭീഷണിയാണ് കടൽ മണൽ ഖനനം.

യുണൈറ്റഡ് നേഷൻസ് എൻവയോൺമെന്റ് പ്രോഗ്രാമിന്റെ (യുഎൻഇപി) 2019 ലെ സാൻഡ് ഗവേണൻസ് റിപ്പോർട്ട് മണൽ ഖനന മേഖലയിൽ നിലനിൽക്കുന്ന ദുർബലമായ പരിപാലനസംവിധാനങ്ങളും അപര്യാപ്തമായ ഗവേഷണവും എടുത്തുകാണിക്കുന്നു. കടൽത്തീരത്തെ മണൽ ഖനനം പലപ്പോഴും മോശമായി കൈകാര്യം ചെയ്യപ്പെടുന്നു, ഇത് ഗുരുതരമായ പാരിസ്ഥിതികവും സാമൂഹികവും സാമ്പത്തികവുമായ പ്രത്യാഘാതങ്ങളിലേക്ക് നയിക്കുന്നു (Ali et al., 2024). കടൽത്തീരത്ത് മണൽ വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നതിന്റെ അളവും വികസനത്തിനായുള്ള വർദ്ധിച്ചുവരുന്ന ആവശ്യവും ഉണ്ടായിരുന്നിട്ടും, നയരൂപകർത്താക്കൾ അതിന്റെ ദീർഘകാല പ്രത്യാഘാതങ്ങളെ അവഗണിക്കുകയാണ് (UNEP, 2019; GESAMP, 2019; Hernandez et al., 2021; Mahyuddin et al., 2022; Dou et al.2023;2023; റേഞ്ചൽ et al., 2023; Aziz et al., 2024).

ആഴക്കടൽ ഖനനത്തിലേക്ക് ഇന്ത്യ ചുവടുവെക്കുമ്പോൾ, വിശദമായ മാനേജ്മെന്റ് ആക്ഷൻ പ്ലാനുകൾ തയ്യാറാക്കുകയും സമഗ്രമായ പാരിസ്ഥിതിക ആഘാത വിലയിരുത്തലുകൾ നടത്തുകയും ഉത്തരവാദിത്തമുള്ള കടൽത്തീര മണൽ ഖനനം ഉറപ്പാക്കുന്നതിന് സുതാര്യമായ ഭരണ ചട്ടക്കൂടുകൾ നടപ്പിലാക്കുകയും ചെയ്യേണ്ടത് അത്യാവശ്യമാണ്. ഖനനത്തിന്റെ ശാസ്ത്രീയവും പാരിസ്ഥിതികവുമായ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ വിലയിരുത്തുന്നതിന് ഡാറ്റാധിഷ്ഠിത സമീപനം ആവശ്യമാണ്, പ്രത്യേകിച്ചും ആഴക്കടൽ ഖനനത്തിന് മൊറട്ടോറിയം വേണമെന്ന ആഗോള ആഹ്വാനത്തിന്റെ വെളിച്ചത്തിൽ.

സമഗ്രമായ പാരിസ്ഥിതിക ആഘാത വിലയിരുത്തലില്ലാതെ കൊല്ലത്തെ തീരക്കടലിൽ നിന്ന് മണൽ ഖനനം ചെയ്യാനുള്ള ഏതൊരു ശ്രമവും ഗുരുതരമായ പാരിസ്ഥിതിക പിഴവായിരിക്കും. വംശനാശഭീഷണി നേരിടുന്ന പവിഴപ്പുറ്റുകളെ പിന്തുണയ്ക്കുകയും സുപ്രധാന മത്സ്യസമ്പത്ത് നിലനിർത്തുകയും ചെയ്യുന്ന സവിശേഷമായ പാറപ്പാരുകൾ നിറഞ്ഞ റീഫ് ആവാസവ്യവസ്ഥയാണ് കൊല്ലത്തെ ജലാശയത്തിലുള്ളത്. ഈ ആവാസവ്യവസ്ഥകൾ സമുദ്ര ആരോഗ്യം നിലനിർത്തുന്ന അവശ്യ സേവനങ്ങൾ നൽകുന്നു. കൂടാതെ, ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ സുസ്ഥിര വികസന ലക്ഷ്യങ്ങളോടുള്ള ഇന്ത്യയുടെ പ്രതിബദ്ധത (SDG 1: ദാരിദ്ര്യം ഇല്ല; SDG 2: പൂജ്യം പട്ടിണി; SDG 6: ശുദ്ധജലവും ശുചിത്വവും; SDG 8: മാന്യമായ ജോലിയും സാമ്പത്തിക വളർച്ചയും; SDG 12: ഉത്തരവാദിത്തമുള്ള ഉപഭോഗവും ഉൽപാദനവും; SDG 13: കാലാവസ്ഥാ പ്രവർത്തനം; 14: വെള്ളത്തിന് താഴെയുള്ള ജീവൻ) നിറവേറ്റാൻ മണൽ ഖനനത്തിന് കൂടുതൽ ജാഗ്രതയോടെയുള്ള സമീപനം ആവശ്യമാണ്.

ജിയോളജിക്കൽ സർവേ ഓഫ് ഇന്ത്യയുടെ ഒരു പര്യവേക്ഷണ പഠനത്തിൽ കേരള തീരത്ത് 20 മുതൽ 80 മീറ്റർ വരെ ആഴത്തിലുള്ള സമുദ്ര അവശിഷ്ടങ്ങളിൽ നിർമ്മാണ-ഗ്രേഡ് മെറ്റീരിയലും സിലിക്കയും ഉൾപ്പെടെ വലിയ അളവിൽ മണൽ അടങ്ങിയിട്ടുണ്ടെന്ന് കണ്ടെത്തി (സുകുമാരൻ et al., 2010). എന്നിരുന്നാലും, പ്രസ്തുത റിപ്പോർട്ടിൽ തന്നെ ആവാസവ്യവസ്ഥയിലും ജൈവവൈവിധ്യത്തിലും മണൽ ഖനനത്തിന്റെ മുഴുവൻ ആഘാതവും മനസ്സിലാക്കാൻ തുടർച്ചയായ നിരീക്ഷണത്തിൻ്റെയും പാരിസ്ഥിതിക വിലയിരുത്തലുകളുടെയും ആവശ്യകതയും റിപ്പോർട്ട് ഊന്നിപ്പറയുന്നു.

8. നിഗമനങ്ങൾ

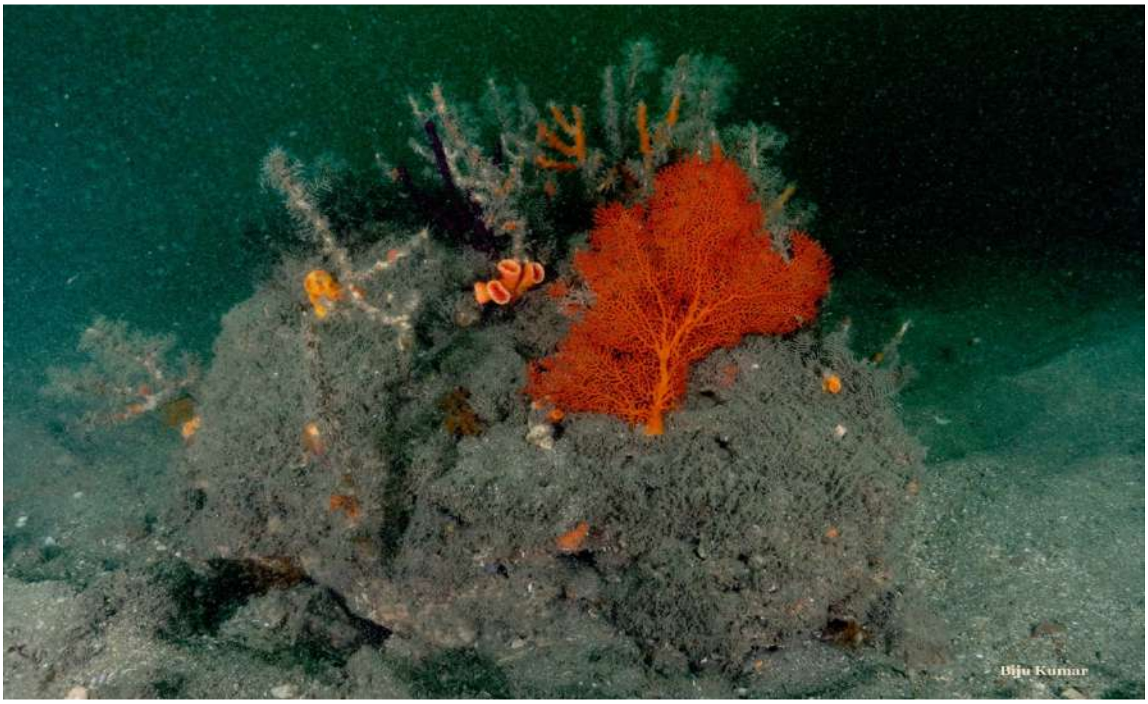
ലോഹങ്ങളുടെയും നിർമ്മാണ സാമഗ്രികളുടെയും ആവശ്യങ്ങൾ നിറവേറ്റുന്നതിനുള്ള സുസ്ഥിര മാർഗമായി തീരദേശ ധാതു വിഭവങ്ങൾ പലപ്പോഴും പ്രോത്സാഹിപ്പിക്കപ്പെടുന്നു. എന്നിരുന്നാലും, തീരത്ത് മണൽ ഖനനം ചെയ്യാനുള്ള തീരുമാനത്തെ ആഴക്കടൽ മണൽ ഖനനമായി തരംതിരിക്കാനാവില്ല. കൊല്ലം തീരത്ത് നിർദിഷ്ട ഖനനത്തിന്റെ മേഖല താരതമ്യേന ആഴം കുറഞ്ഞ ജലപരിധിക്കുള്ളിലാണ്, അന്താരാഷ്ട്ര സംരക്ഷണ ലക്ഷ്യങ്ങൾക്ക് വിരുദ്ധമാണ്. കൂടാതെ, ആഴക്കടൽ മണൽ ഖനനത്തിനുള്ള നിയന്ത്രണ ചട്ടക്കൂടുകൾ ഇപ്പോഴും വികസിച്ചുകൊണ്ടിരിക്കുന്നു, കർശനമായ മാർഗ്ഗനിർദ്ദേശങ്ങളുടെ അഭാവം അതിന്റെ ദീർഘകാല സുസ്ഥിരതയെക്കുറിച്ച് ആശങ്കകൾ ഉയർത്തുന്നു.

ആയിരക്കണക്കിന് മത്സ്യത്തൊഴിലാളികളുടെ ഉപജീവനമാർഗം നിലനിർത്തുന്ന വാണിജ്യപരമായി വിലപിടിപ്പുള്ള നിരവധി മത്സ്യങ്ങൾ ഉൾപ്പെടെ, കൊല്ലം പരപ്പും ചുറ്റുമുള്ള ആഴം കുറഞ്ഞ പാറക്കെട്ടുകളും സമുദ്രജീവികളുടെ ഒരു വലിയ നിരയെ പിന്തുണയ്ക്കുന്നു. ഈ പ്രദേശത്തെ പരമ്പരാഗത മത്സ്യബന്ധനത്തിന്റെ നട്ടെല്ലായി മാറുന്ന നെകിളിമീനുകൾ, പാര മത്സ്യങ്ങൾ, ചെമ്മീൻ എന്നിവ പ്രത്യേകിച്ചും പ്രധാനമാണ്. ജൈവവൈവിധ്യം നിലനിർത്താനും വിശാലമായ സമുദ്രഭക്ഷണ ശൃഖലയിലേക്ക് സംഭാവന നൽകാനും സഹായിക്കുന്ന നിർണായക പ്രജനന കേന്ദ്രമായും ഈ മേഖല പ്രവർത്തിക്കുന്നു. പാരിസ്ഥിതികമായി സെൻസിറ്റീവ് ആയ ഈ പ്രദേശത്ത് ഡ്രെഡ്ജിംഗ് നടത്തുന്ന ഏതൊരു പ്രവർത്തനവും വിനാശകരമായ പ്രത്യാഘാതങ്ങൾ ഉണ്ടാക്കും, സമുദ്രജീവികളെ അപകടത്തിലാക്കും, ആവാസവ്യവസ്ഥയെ തടസ്സപ്പെടുത്തുകയും ആവാസവ്യവസ്ഥയ്ക്ക് മാറ്റാനാവാത്ത നാശമുണ്ടാക്കുകയും ചെയ്യും.

പാരിസ്ഥിതിക ആശങ്കകൾക്കപ്പുറം, മണൽ ഖനനം കാര്യമായ സാമ്പത്തിക അപകടങ്ങളും ഉയർത്തുന്നു. സമുദ്ര ആവാസവ്യവസ്ഥയിലെ തടസ്സങ്ങൾ മത്സ്യസമ്പത്ത് കുറയ്ക്കുകയും പ്രാദേശിക മത്സ്യബന്ധന സമൂഹങ്ങളുടെ പ്രാഥമിക വരുമാന സ്രോതസ്സിന് ഭീഷണിയാകുകയും ഭക്ഷ്യ അരക്ഷിതാവസ്ഥ വർദ്ധിപ്പിക്കുകയും ചെയ്യും. കൂടാതെ, തീരദേശ മണ്ണൊലിപ്പ് ഇത് വ്യാപകമാക്കും. മണൽ ഗണനത്തിനുശേഷം മണൽ ഒഴുകുന്ന രീതികളിലെ

മാറ്റങ്ങൾ, തീരപ്രദേശങ്ങളെ കൂടുതൽ അസ്ഥിരപ്പെടുത്തുകയും സമീപത്തെ സമൂഹങ്ങളെ അപകടത്തിലാക്കുകയും ചെയ്യുന്നത് സർക്കാരിന് കൂടുതൽ സാമ്പത്തിക നഷ്ടം ഉണ്ടാക്കും. കൊല്ലം പരപ്പ് തീരദേശ സമൂഹങ്ങൾക്ക് സാംസ്കാരികവും പാരിസ്ഥിതികവുമായ പ്രാധാന്യമുള്ളതാണ്. മണൽ കേവലം വേർതിരിച്ചെടുക്കുന്നതിനുള്ള ഒരു വിഭവം മാത്രമല്ല, ഭാവി തലമുറകൾക്കായി സംരക്ഷിക്കപ്പെടേണ്ട ഒരു സുപ്രധാന ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ ഭാഗമാണ്.

സമഗ്രമായ പാരിസ്ഥിതിക ആഘാത വിലയിരുത്തലുകളുടെ അഭാവവും വ്യത്യസ്ത ഖനന രീതികളെക്കുറിച്ചുള്ള താരതമ്യ പഠനങ്ങളുടെ അഭാവവും കണക്കിലെടുക്കുമ്പോൾ, വൻതോതിലുള്ള മണൽ ഖനനത്തിലേക്ക് തിരക്കുകൂട്ടുന്നതിന് ന്യായീകരണമില്ല. 2006-ൽ ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ ജനറൽ അസംബ്ലി പ്രമേയം 61/105 അംഗീകരിച്ച ജൈവവൈവിധ്യത്തിന്റെ അന്തർലീനമായ മൂല്യം, ദുർബലമായ ആഴക്കടൽ ആവാസവ്യവസ്ഥയെ സംരക്ഷിക്കുന്നതിനുള്ള അടിയന്തര നടപടിയുടെ ആവശ്യകതയെ അടിവരയിടുന്നു. ഈ പ്രമേയം ആഴക്കടൽ ജൈവവൈവിധ്യത്തിന്റെ അപാരമായ പ്രാധാന്യം അംഗീകരിക്കുകയും വിനാശകരമായ പ്രവർത്തനങ്ങളിൽ നിന്ന് അതിനെ സംരക്ഷിക്കാൻ ആവശ്യപ്പെടുകയും ചെയ്യുന്നു. കൂടാതെ, 2030 ഓടെ ജൈവവൈവിധ്യ നഷ്ടം മാറ്റുന്നതിനുള്ള സമീപകാല ആഗോള പ്രതിബദ്ധതകൾ ഒരു മുൻകരുതൽ സമീപനത്തിന്റെ ആവശ്യകതയെ ശക്തിപ്പെടുത്തുന്നു.



9. അവലംബങ്ങൾ

Alcock, A. 1898. An account of the Madreporaria collected by the royal Indian Marine Survey Ship 'Investigator'. Investigator Reports, Indian Museum Calcutta: 1-29.

Ali, P.F., Gan, G.G.G. and Asmawi, A. 2024. The management of offshore sand mining: a systematic literature review. Journal of Sustainability Science and Management, 19: 161-191. http://doi.org/10.46754/jssm.2024.10.013

Aziz, H. A., Ariffin, K. S., Wang, M. H. S., & Wang, L. K. (2024). Dredging and mining operations, management, and environmental impacts. In Industrial Waste Engineering (333-396). Springer International Publishing.

Byrnes, M.R., J.S. Ramsey, R.M. Hammer, and E.A. Wadman, 2000. Assessing Potential Environmental Impacts of Offshore Sand and Gravel Mining. Final Report to the Commonwealth of Massachusetts, Executive Office of Environmental Affairs, Coastal Zone Management, 43 pp.

Dou, S., Xu, D., Zhu, Y., & Keenan, R. (2023). Critical mineral sustainable supply: Challenges and governance. Futures, 146, 103101.

GESAMP. (2019). CG 5: Sand and gravel mining in the marine environment – New insights on a growing environmental problem.

Gopinathan, C.K. and Quasim, S.Z. 1974. Mud banks of Kerala- Their Formation & characteristics. Indian Journal of Marine Sciences, 3: 105-114.

Hernandez, M., Scarr, S., & Daigle, K. (2021). The messy business of sand mining explained. Reuters Graphics.

Jouffray J-B, Barbour FP, Blasiak R, Feine J, Gallagher L, Johansson D, Kuiper JJ, Pereira K, Rawat A, Schmitt RJP, Tokunaga K, Wabnitz CCC, Norström AV (2023). Ocean sand: Putting sand on the ocean sustainability agenda. Ocean Risk and Resilience Action Alliance (ORRAA) Report.

Mahyuddin, M. K., Tan, C. C., & Liew, C. Y. (2022). Offshore sand mining and its implications on coastal processes in Malaysia. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 266, 107728.

Murty, A.V.S., Gopalakrishna Pillai, S., Zaffar Khan M., Sanil Kumar, K.U., and Shankar V. Alavandi 1990. Variation In Fish Catches From The continental shelf between Quilon and Fulf of Mannar and its relation to oceanographic conditions during the southwest monsoon Period. Proc. First Workshop Scient. Resul. FORV Sagar Sampada, 5-7 June, 1989 :291 - 294 (1990)

Nair, R. R., and Qasim, S. Z. 1978. Occurrence of a bank with living corals off the south west coast of India. Indian Journal of Geo-Marine Sciences, 7 :55-58.

Pilkey, O. H., Longo, N. J., & Neal, W. J. (2023). Vanishing sands: Losing beaches to mining. Duke University Press.

Pillai, C. S. G., and Jasmine, S. 1995. Scleractinian corals of the erstwhile Travancore coast (south-west of India). Journal of the Marine Biological Association of India, 37: 109-125.

Poonia, K., Kansara, P., & Choudhary, P. (2024). Environmental impacts of sand mining: A comprehensive review. International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, 11(3).

Rangel-Buitrago, N., Neal, W., Pilkey, O., & Longo, N. (2023). The global impact of sand mining on beaches and dunes. Ocean and Coastal Management, 235106492.

Ratnawati, M., Wiwie, H., Faisal, M., , Muhammad, S.G., Arifin, A.P. and Wafiq. A. 2024. Legal reconstruction of the impact of sea sand mining on the socio-environmental conditions of the Spermonde Islands community. 7th International Marine and Fisheries Symposium (ISMF 2024), doi:10.1088/1755-1315/1410/1/012055

Sukumaran, P V., Unnikrishnan, E., Gangadharan, A V., Zaheer, B., Abdulla, N M., Kumaran, K., Ramachandran, K V., Hegde, S V., Maran, N., Bhat, K K., Rao, M K., Dinesh, A C., Jayaprakash, C., Praveen Kumar, P., Shareef, N M., Gopalan, C V. 2010. Marine sand resources in the south-west continental shelf of India. Indian Journal of Geo-Marine Sciences, 39(4): 572-578.

UNEP 2022. Sand and sustainability: 10 strategic recommendations to avert a crisis. GRID-Geneva, United Nations Environment Programme, Geneva, Switzerland

അനുബന്ധം

ആഴക്കടൽ ഖനനത്തിന് ഒരു താൽക്കാലിക വിരാമം ആവശ്യപ്പെടുന്ന ആഗോള സമുദ്ര ശാസ്ത്രജ്ഞരുടെ പ്രസ്താവന

70-ലധികം രാജ്യങ്ങളിൽ നിന്നുള്ള 931 മറൈൻ സയൻസ് & പോളിസി വിദഗ്ധർ (ലേഖകൻ അടക്കം) ഒപ്പുവച്ച രേഖ

ആഴക്കടൽ ഭൂമിയുടെ ജൈവവൈവിധ്യത്തിന്റെ ഗണ്യമായ അനുപാതത്തിന്റെ ആവാസ കേന്ദ്രമാണ്, ഭൂരിഭാഗം ജീവിവർഗങ്ങളെയും ഇനിയും കണ്ടെത്താനായിട്ടില്ല. ആഴക്കടലിലെ ജീവജാലങ്ങളുടെ സമൃദ്ധിയും വൈവിധ്യവും ഭൂമിയുടെ സ്വാഭാവിക സംവിധാനങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്തിന് ആവശ്യമായ ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ പ്രക്രിയകളെ പിന്തുണയ്ക്കുന്നു. ആഴക്കടൽ ജൈവമണ്ഡലത്തിന്റെ 90%-ലധികവും ഉൾക്കൊള്ളുന്നു. കാലാവസ്ഥാ നിയന്ത്രണം, മത്സ്യ ഉൽപ്പാദനം, മൂലക സൈക്ലിംഗ് എന്നിവയിൽ ഒരു പ്രധാന പങ്ക് വഹിക്കുന്നു. ഇത് പ്രാദേശിക സമൂഹങ്ങളുടെ സംസ്കാരത്തിന്റെയും ക്ഷേമത്തിന്റെയും അവിഭാജ്യ ഘടകമാണ്, കടൽത്തീരം മനുഷ്യരാശിയുടെ പൊതു പൈതൃകത്തിന്റെ ഭാഗമാണ്. എന്നിരുന്നാലും, കാലാവസ്ഥാ വ്യതിയാനം, ബോട്ടം ട്രോളിംഗ്, മലിനീകരണം എന്നിവയുൾപ്പെടെ നിരവധി നരവംശ സമ്മർദ്ദങ്ങളിൽ നിന്ന് ആഴക്കടൽ ആവാസവ്യവസ്ഥ നിലവിൽ സമ്മർദ്ദത്തിലാണ്. ആഴക്കടൽ ഖനനം ഈ സമ്മർദങ്ങൾ വർദ്ധിപ്പിക്കും, അതിന്റെ ഫലമായി ജൈവവൈവിധ്യവും ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ പ്രവർത്തനവും നഷ്ടപ്പെടും, അത് മൾട്ടി-ജനറേഷൻ ടൈംസ്കെയിലുകളിൽ മാറ്റാനാവാത്തതാണ്. ആഴക്കടൽ ഖനനത്തിന്റെ പ്രത്യാഘാതങ്ങളെക്കുറിച്ചുള്ള പ്രത്യേക ആശങ്കകളിൽ ഇവ ഉൾപ്പെടുന്നു:

• കടൽത്തീരത്തെ ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ ശോഷണം, നാശം അല്ലെങ്കിൽ ഉന്മൂലനം എന്നിവയുടെ ഫലമായി അതുല്യവും പാരിസ്ഥിതികമായി പ്രാധാന്യമുള്ളതുമായ ജീവജാലങ്ങളുടെയും ജനസംഖ്യയുടെയും നേരിട്ടുള്ള നഷ്ടം, അവ കണ്ടെത്തുന്നതിനും മനസ്സിലാക്കുന്നതിനും മുമ്പുതന്നെ;

• യഥാർത്ഥ ഖനന സ്ഥലങ്ങൾക്കപ്പുറമുള്ള കടൽത്തീരത്തേയും മിഡ്‌വാട്ടർ സ്പീഷീസുകളേയും പരിസ്ഥിതി വ്യവസ്ഥകളേയും ബാധിക്കുന്ന വലിയ, സ്ഥിരതയുള്ള അവശിഷ്ട പ്ലൂമുകളുടെ ഉത്പാദനം;

• മധ്യജലത്തെയും ബെന്തിക് ആവാസവ്യവസ്ഥയെയും ബന്ധിപ്പിക്കുന്ന പ്രധാനപ്പെട്ട പാരിസ്ഥിതിക പ്രക്രിയകളുടെ തടസ്സം;

കടൽത്തീരത്തെ ഖനനം, കപ്പലുകളിൽ നിന്നുള്ള മലിനജലം പുറന്തള്ളൽ എന്നിവയിൽ നിന്നുള്ള അവശിഷ്ടങ്ങൾ, ലോഹങ്ങൾ, വിഷവസ്തുക്കൾ എന്നിവ ജല നിരയിലേക്ക് പുനരുജ്ജീവിപ്പിക്കുകയും പുറത്തുവിടുകയും ചെയ്യുന്നത്, വാണിജ്യപരമായി പ്രാധാന്യമുള്ള ട്യൂണകൾ പോലുള്ള ഭക്ഷ്യ മത്സ്യങ്ങളെ മലിനമാക്കാനുള്ള സാധ്യത ഉൾപ്പെടെ സമുദ്രജീവികൾക്ക് ഹാനികരമാണ്;

• സമുദ്രത്തിന്റെ അടിത്തട്ടിലെ വ്യാവസായിക യന്ത്രങ്ങളുടെ പ്രവർത്തനത്തിൽ നിന്നും സമുദ്രോപരിതലത്തിലേക്ക് പൈപ്പുകളിൽ അയിര് സ്ലറി കടത്തുന്നതിലൂടെയും ഉണ്ടാകുന്ന ശബ്ദമലിനീകരണം, സമുദ്ര സസ്തനികൾക്കും മറ്റ് സമുദ്രജീവികൾക്കും ശാരീരികവും പെരുമാറ്റപരവുമായ സമ്മർദ്ദം ഉണ്ടാക്കാം;

• കാർബൺ വേർതിരിക്കൽ ചലനാത്മകതയിലും ആഴക്കടൽ കാർബൺ സംഭരണത്തിലും അനിശ്ചിതത്വമുള്ള ആഘാതം.

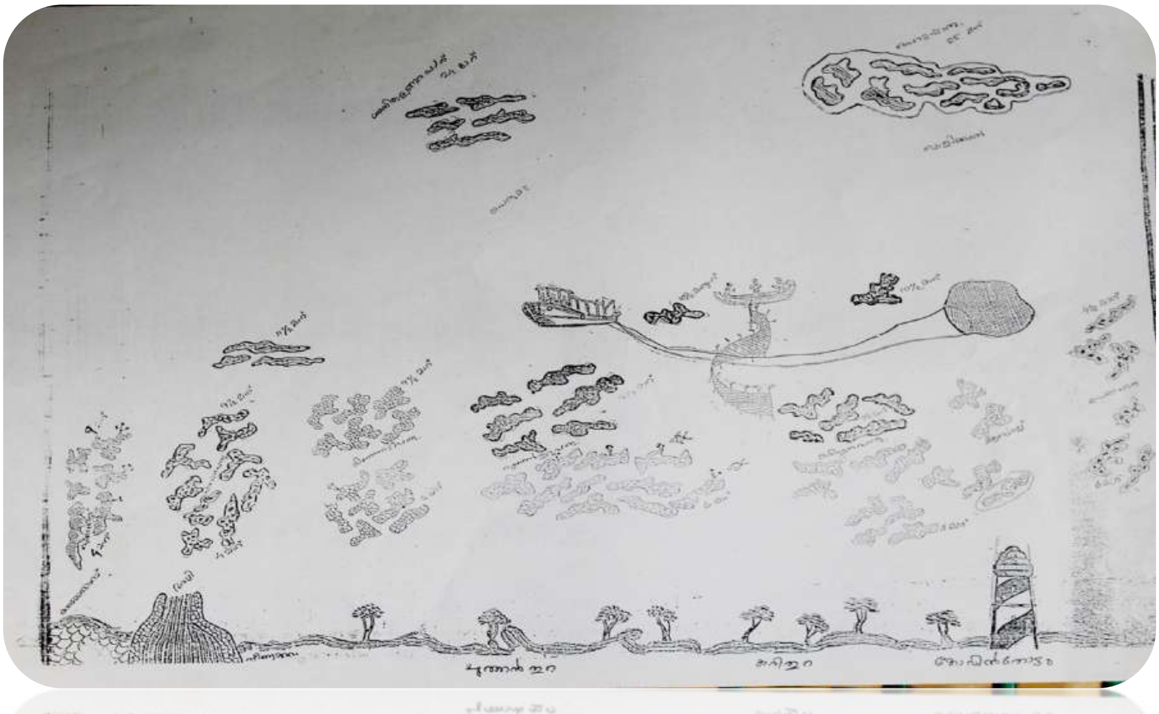
ആഴക്കടൽ സ്പീഷിസുകളുടെയും ആവാസവ്യവസ്ഥകളുടെയും ജീവശാസ്ത്രം, പരിസ്ഥിതിശാസ്ത്രം, കണക്റ്റിവിറ്റി, അവ നൽകുന്ന ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ സേവനങ്ങൾ എന്നിവയുമായി ബന്ധപ്പെട്ട് കർശനമായ ശാസ്ത്രീയ വിവരങ്ങൾ ലഭ്യമല്ല. ഈ വിവരങ്ങളില്ലാതെ, ആഴക്കടൽ ഖനനം, ആഴക്കടലിലെ ജൈവവൈവിധ്യം, ആവാസവ്യവസ്ഥകൾ, പ്രവർത്തനം, മനുഷ്യ ക്ഷേമം എന്നിവയിലേക്കുള്ള അപകടസാധ്യതകൾ പൂർണ്ണമായി മനസ്സിലാക്കാൻ കഴിയില്ല. അതേസമയം, വർദ്ധിച്ചുവരുന്ന ശാസ്ത്രീയ റിപ്പോർട്ടുകൾ (IPBES, IPCC മുതലായവ) സൂചിപ്പിക്കുന്നത് ഭൂമിയുടെ ജൈവവൈവിധ്യം വംശനാശത്തിന്റെ ഭീഷണിയിലാണ് എന്നാണ്.

മുകളിൽ വിവരിച്ച കാരണങ്ങളാൽ, സമുദ്ര പരിസ്ഥിതിക്ക് കാര്യമായ കേടുപാടുകൾ കൂടാതെ ആഴക്കടൽ ഖനനത്തിന് അംഗീകാരം നൽകാനാകുമോ, അങ്ങനെയെങ്കിൽ ഏത് സാഹചര്യത്തിലാണ്, വേണ്ടത്ര

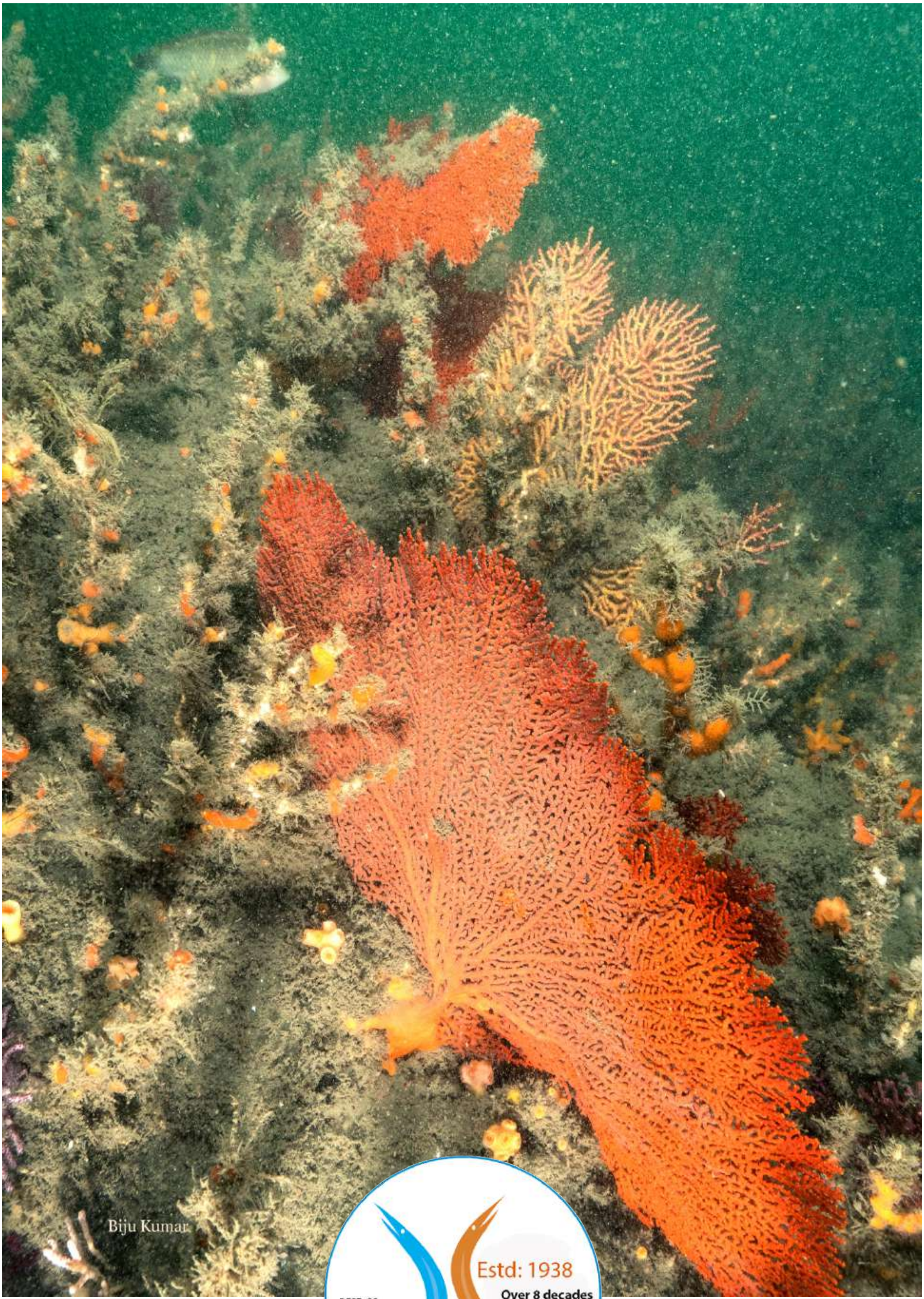
ശക്തവും ശക്തവുമായ ശാസ്ത്രീയ വിവരങ്ങൾ ലഭിക്കുന്നതുവരെ ധാതു വിഭവങ്ങൾ ചൂഷണം ചെയ്യുന്നതിലേക്കുള്ള മാറ്റം താൽക്കാലികമായി നിർത്തണമെന്ന് ഞങ്ങൾ ശക്തമായി ശുപാർശ ചെയ്യുന്നു. ഐക്യരാഷ്ട്രസഭയുടെ സുസ്ഥിര വികസനത്തിനായുള്ള സമുദ്ര സയൻസ് ദശകം (2021-2030) ആഴക്കടൽ ഖനനം ബാധിച്ചേക്കാവുന്ന ജീവജാലങ്ങളെയും ആവാസവ്യവസ്ഥയെയും കുറിച്ചുള്ള കൂടുതൽ വിവരങ്ങൾ ശേഖരിക്കുന്നതിന് അനുയോജ്യമായ ഒരു കാലഘട്ടം പ്രദാനം ചെയ്യുന്നു. ശാസ്ത്രജ്ഞർ എന്ന നിലയിൽ, തെളിവുകൾ അടിസ്ഥാനമാക്കിയുള്ള തീരുമാനങ്ങൾ എടുക്കുന്നത് ഞങ്ങൾ ആഴത്തിൽ വിലമതിക്കുന്നു, പ്രത്യേകിച്ചും വലിയ തോതിലുള്ള വ്യാവസായിക വിഭവ ചൂഷണത്തിലേക്ക് സമുദ്രത്തിന്റെ ഒരു പുതിയ അതിർത്തി തുറക്കാനുള്ള ആഗോള തീരുമാനത്തിന്റെ അനന്തരഫലമായി. നമ്മുടെ ഗ്രഹത്തിനും മനുഷ്യർക്കും സമുദ്രത്തിന്റെ മഹത്തായ പ്രാധാന്യവും ജൈവവൈവിധ്യം, ആവാസവ്യവസ്ഥകൾ, ആവാസവ്യവസ്ഥയുടെ പ്രവർത്തനങ്ങൾ എന്നിവയുടെ വലിയ തോതിലുള്ള ശാശ്വതമായ നഷ്ടത്തിൻ്റെ അപകടസാധ്യത മുൻകരുതൽ തത്വത്തിന് അനുസൃതമായി ആഴക്കടലിൽ ഖനനം ആരംഭിക്കുന്നതിനുള്ള എല്ലാ ശ്രമങ്ങളും താൽക്കാലികമായി നിർത്തി, ഗവേഷണത്തിൻ്റെ ത്വരിതപ്പെടുത്തൽ ആവശ്യമാണ്.

കൊല്ലം വാടിയിൽ പരമ്പരാഗത മത്സ്യത്തൊഴിലാളിയായിരുന്ന ശ്രീ എ ആൻഡ്രൂസിന്റെ പാവന സ്മരണയ്ക്കായി......

കൊല്ലത്തെ പാറപ്പാരുകളെക്കുറിച്ചുള്ള കടലറിവുകൾ സമൂഹത്തിലെത്തിയത് 'കടൽമുത്ത്' എന്ന അദ്ദേഹത്തിന്റെ പുസ്തകത്തിലൂടെയാണ്. ഞങ്ങൾക്കും പ്രസ്തുത മേഖലയിൽ കൂടുതൽ ശാസ്ത്രീയ പഠനങ്ങൾക്ക് പ്രചോദനമായതും ആൻഡ്രൂസ് ചേട്ടനാണ്.



കൊല്ലം തീരത്തെ പാറപ്പാരുകളുടെ സ്ഥാനങ്ങളും അവിടെ മത്സ്യബന്ധനം നടത്തേണ്ട രീതികളും: ശ്രീ ആൻഡ്രൂസ് കൈകൊണ്ട് വരച്ച ചിത്രം.



Estd: 1938
Over 8 decades of Academic Legacy
DEPT. OF AQUATIC BIOLOGY & FISHERIES
UNIVERSITY OF KERALA