الفصل العاشر

حركة المياه المحيطية والبحرية

تتميز مياه المحيطات والبحار بحركاتها الدائمة التي تؤدي الى مزج الكتل المائية والى انتقال الحرارة والغازات والى تبدلات الملوحة والكثافة ومسببات الحركة متنوعة منها الكوني كتأثير الشمس والقمر ومنها الارضي كتأثير الرياح وتباين قيم الكثافة وتأثير تباين اختلاف قيم الضغط الجوي من مكان الى آخر . ويلاحظ أن هذه الحركات بعضها متأرجح مكاني تقريبا كالأمواج ، وبعضها ذو حركات نشطة تدفع بالمياه بعيدا كما في التيارات المائية .

استنادا الى ما ذكرناه يمكننا أن نقسم حركات الماء الى ما يلي :

١ ـ الامواج .

٢ ـ المد والجزر .

٣ ـ التيارات المائية .

الامواج

الامواج تمثل حركة جزيئات الماء المتأرجحة في مدارات مغلقة أو شبه مغلقة حول مستوى الاتزان المائي مؤدية الى ظهور حركة انتقال مائية ظاهرية عمودية وافقية . وعليه تخضع الأمواج لتأثير قوتين احداها تتسبب في خروج المياه السطحية

Scanned with CamScanner

عن واقعها التوازني مثل قوة الرياح والزلازل والضغوط الجوية والأخرى تسعى لاعادة التوازن المائي الى ما كان عليه وتتمثل هنا بقوة الثقالة التي تهبط بالماء في حالة الامواج نحو الأسفل •

ومن هنا يمكن القول ان الأمواج تحتاج قوى تأثير خارجية وأخرى كونية أرضية ثقيلة ، وتمثل الحركة الصاعدة والهابطة لسطح الماء الخارجي •

تصنيف الامواج :

تختلف أشكال وأبعاد والأمواج في البحار والمحيطات وذلك حسب أصلها وطريقة تكونها وعليه نميز النماذج التالية :

آ ـ الامواج الريحية (امواج الاحتكاك) :

وهي الأمواج التي تحدثها حركة الرياح الضاغطة فوق سطح الماء • وتمثل الشكل الاساسي للأمواج •

ب ـ امواج المد والجزر :

وسببها تأثير قوى جذب القمر والشمس على السطوح المائية المحيطية والبحرية • والأمواج هنا تتميز بحركة جزيئات الماء حركة رأسية ذات مدارات طويلة جدا اهليليجية المدارات وتظهر في الحركة المتأرجحة دوريا لمستوى سطح المحيطات والبحار •

جـ ـ امواج تبدل قيم الضغط الجوي :

وهي أمواج طويلة تظهرها تبدلات قيم الضغط الجوي ودور الاعاصير العادية والمدمرة وتمثلها كذلك الامواج الواقفة وظاهرة السيش •

Scanned with CamScanner

د ـ الامواج الاهتزازية :

وهي أمواج عنيفة مدمرة سببها ظهور الزلازل التي تؤدي الى حدوث اهتزازات واضطرابات رأسية وأفقية في قيعان البحار والمحيطات • كما أن الاندفاعات البركانية تتسبب في حدوث هذه الامواج[1] •

هـ ـ امواج البواخر :

وتظهر بسبب حركة البواخر في المياه المحيطية وتؤدي حركة جبال الجليد (آيسبيرغ) الى ظهور مثل هذه الامواج كذلك • تقسم الامواج كذلك بأسلوب آخر ، فالأمواج التي تتشكل تحت تأثير قوى طبيعية خارجية ذكرت سابقا تعرف بالأمواج المجبرة ، أما تلك التي تستمر لفترة من الزمن بعد انقضاء تأثير السبب المكون للموجة فتعرف بالأمواج الحرة • ومن الملاحظ أن فترة الامواج المجبرة تتعادل تقريبا مع فترة تأثير القوى الطبيعية المسببة لظهورها • وبالنسبة للأمواج الحرة فان فترتها وتأرجحها يرتبطان بشكل الحوض المائي وعمقه وامتداده • وعليه نرى لهذه الأمواج وللأمواج الانضغاطية والجزرية المدية مقاطع متباينة الشكل ، والتي تقسم الى أمواج متقدمة وواقفة ثم متقدمة واقفة •

أ ـ المتقدمة :

هي أمواج مجبرة وحرة يتحرك فيها مقطع الموجة الى الامام •

ب ـ الواقفة :

انها نتاج تداخل أمواج مختلفة الاتجاه وقد يكون سبب تكونها ارتطام الأمواج بالشواطىء التي تحيط بها •

تتم حركة الجزئيات في الأمواج المتقدمة حسب مدارات دائرية أو اهليليجية• أما بالنسبة للأمواج الواقفة فانها ترسم مدارات رأسية في القمة أي في منطقة

(١) ل.ك. دافيدوف وسواه ، الهيدرولوجيا العامة ، لينينغراد ١٩٧٣ •

Scanned with CamScanner

الانتفاخ الموجي ، الا أنها أفقيـة في أماكن العقد الموجية (شكل ٢٩) ومائلـة في المنطقة الفاصلة بين أماكن العقد والانتفاخ •

وفي بعض الحالات تظهر الأمواج المتقدمة الواقفة وذلك بسبب الانعكاس غير الكامل للأمواج المتقدمة في الاحواض البحرية ، وهـذه الأمواج معقدة الشـكل والمقطـع •

تقسم الأمواج حسب شكلها ومظهرها الخارجي الى أمواج ثنائية الابعـاد وتتميز بامتداد كبير لقممها أو سنامها ثم الى أمواج ثلاثية الابعاد نجد فيها تعادل طول السنام مع طول الموجه • وهنالك كذلك أمواج قصيرة ويكون فيها طـول الموجه وعمق البحر أقـل من (2) أي ($\frac{\lambda}{H} < 2$) وهنـا (λ) طـول الموجـه (H) عمق البحر وأخرى ($\frac{\lambda}{H} \simeq 2$) تسمى بالنهائية العميقـة ، أما إن كانت $\frac{\lambda}{H} > 2$ فتعرف بالطويلة •

والأمواج قد تكون سطحية وقد تكون داخلية عميقة تظهر في السطوح الفاصلة بين طبقتين من المياه المحيطية ذات الكثافة المختلفة •

عناصـر الموجـة

تتكون الموجـة من العناصر التاليـة :

١ ـ ارتفاع الموجة (h) :

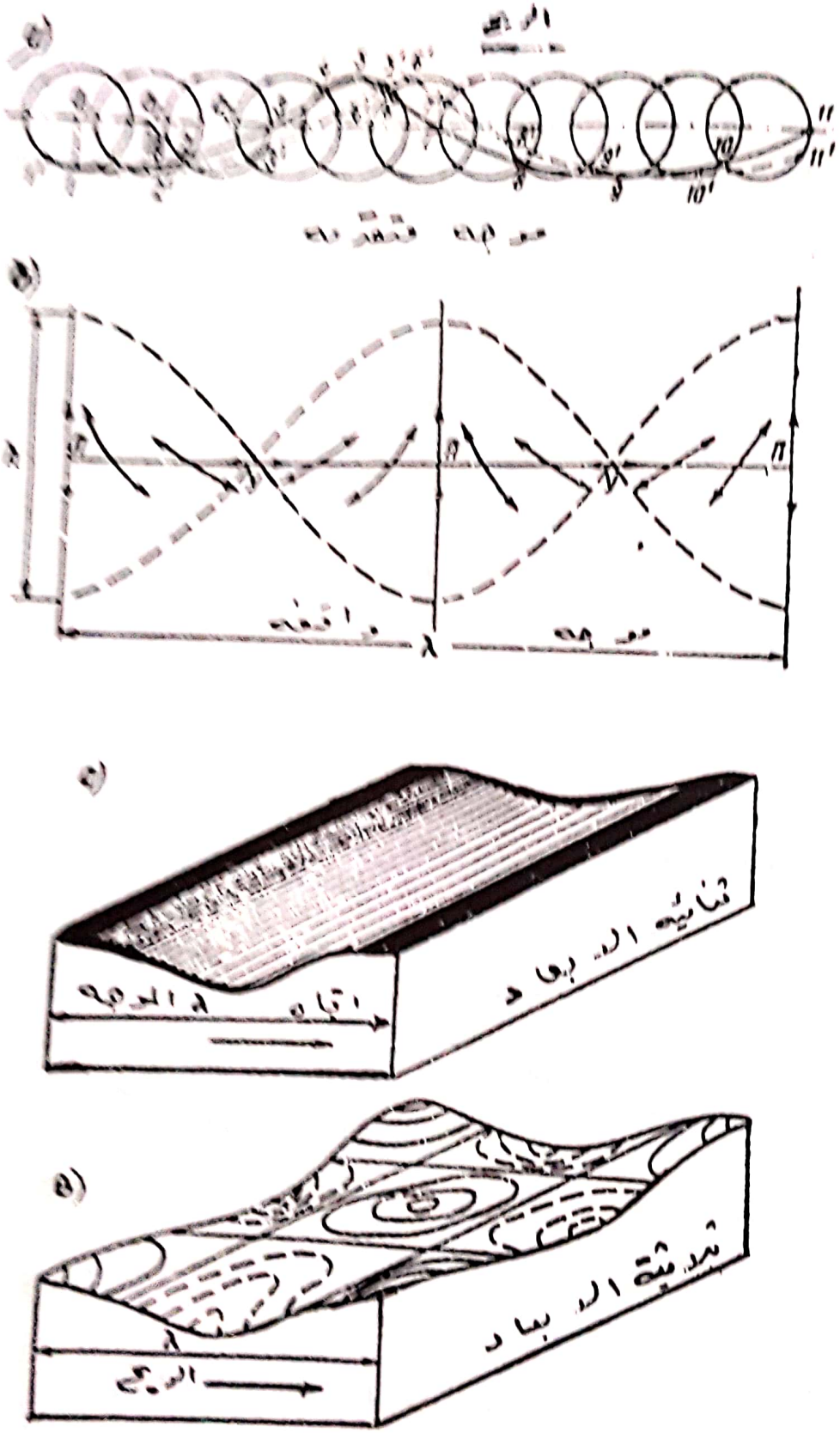
يمثل الفارق بين ارتفاعي كل من قمة أوسنام الموجه وبطنها أو قاعها ويعادل مثلي مدى الموجه (a) أي : ($a = 0,5\ h$) (شكل ٣٠) •

٢ ـ بطن (قاع) الموجة : يمثل اخفض نقطة في كتلة الموجه •

٣ ـ طول الموجة (λ) : وهي المسافة بين سنامين أو بطينين •

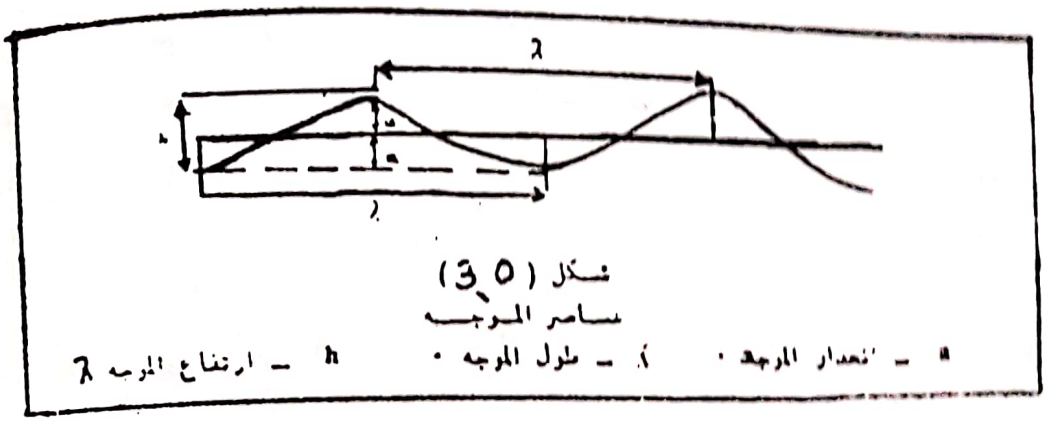
٤ ـ فترة الموجة (τ) : هي الفترة الزمنية اللازمة لموجة ما لتحقـق دورة

Scanned with CamScanner



شكل ـ ٢٩ ـ
اشكال الامواج

Scanned with CamScanner

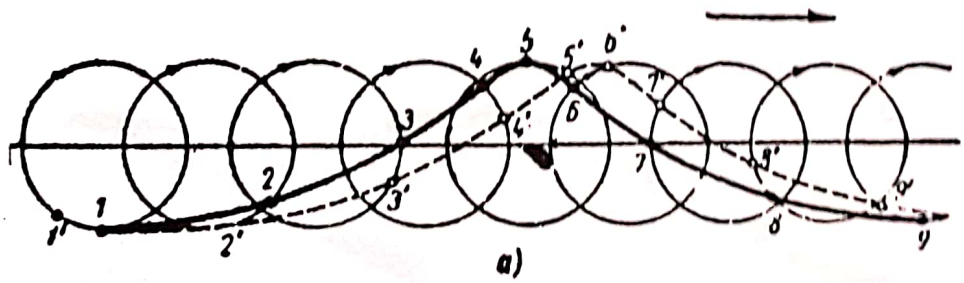


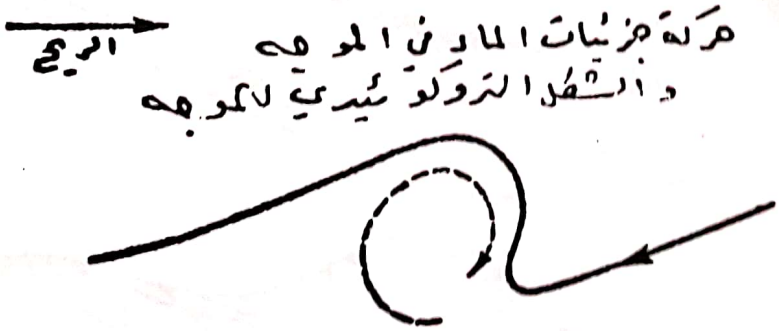
شكل (3.0)
عناصر الموجه

a ـ انحدار الموجه ، λ ـ طول الموجه ، h ـ ارتفاع الموجه λ

شكل ـ ٣٠ ـ

عناصر الموجة





حركة جزيئات الماء في الموجه
و انتظام التروكوئيدي للموجه

شكل ـ ٣١ ـ

الشكل الثلاثي (التروكوئيدي) للموجة

Scanned with CamScanner

حركة المد والجزر

تعاريف :

المد والجزر : حركة موجبة لمياه المحيطات والبحار ، تتم تحت تأثير قوى جذب كل من القمر والشمس وهي ذات طابع دوري منتظم أو غير منتظم .

تفوق قوة جذب القمر قوة جذب الشمس رغم ضخامة حجمها بأكثر من مرتين (٢ر١٧ مرة) وذلك لبعد الشمس عن الارض . لذا فان قوة جذب القمر تحدد السمات الاساسية لظاهرة المد والجزر .

لا تقتصر هذه الحركة على الغلاف المائي المحيطي فقط بل تتعداه الى الجو بل والغلاف الصخري الصلب .

إن العلاقات والارتباطات التجاذبية بين الارض والقمر والشمس هي التي ترسم طبيعة حركة المد والجزر ، ولكن يجب ألا ننس كذلك تأثير العوامل الجغرافية الطبيعية المحلية والاقليمية على هذه الحركة .

تتجلى عمليات المد والجزر الدورية الطابع في حركة التموج الدورية المتأرجحة لمستوى البحار والمحيطات وذات الامتداد الاندفاعي الأفقي . وعليه يرتفع الماء حيناً ثم ينخفض الى مستوى معين ليرتفع ثانية . وهكذا عندما يصل ارتفاع الماء الى أقصى نقاطه نكون أمام ما يعرف بالماء الكامل أو الاعظم . أما عندما ينخفض الى أدنى مستوياته فيتحقق الماء الاصغر . إن هاتين الفترتين تحققان ظاهرة المد والجزر . فالمد يبدأ من لحظة وصول انخفاض ماء المحيط الى أدنى مستوى له ويستمر الى أن يبلغ أعلى ارتفاع له (الماء الكامل) . أما الجزر فينحصر بين لحظة بلوغ الماء الاعظم ولحظة الماء الاصغر (أدنى مستوى) .

تعرف الفترة الأولى بفترة المد وبفترة الزود المائي والثانية بفترة الجزر والانحسار المائي ، وهكذا يمكن القول إن الفترة الزمنية المحصورة بين مدين أو جزرين متتالين تمثل فترة المد والجزر . وهذه الفترة مختلفة الامتداد .

Scanned with CamScanner

إن الفارق المساقي الرأسي بين مستوى الماء الكامل والماء الاصغر يعرف بمقدار المد والجزر . يجب أن نشير الى أنه يمكن تقسيم المد والجزر استنادا الى طول فترته وطبيعته . وعليه نجد انطلاقا من فترة المد والجزر أننا أمام فترة نصف يومية ويومية وربع يومية بل وسدس يوم وثمنه (شكل ٣٣) .

تتميز فترة المد والجزر نصف اليومية بوجود أعظميين وأصغريين[1] مائيين خلال اليوم القمري أي خلال (٢٤ ساعة و ٥٠ دقيقة) . إي أنه يتحقق في كل نصف يوم قمري (١٢ ساعة و ٢٥ دقيقة) حركة مد وجزر واحدة .

تتأخر حركة القمر اليومية عن الارض بمقدار (٤٧ر٥٠) دقيقة لذا ففترة دورانه الشهرية تعادل (٢٧ر٣) يوما . ويعادل اليوم القمري (٠٣٥ر١) يوما شمسيا وطوله (٤٧ر٥٠ د و ٢٤ ساعة) .

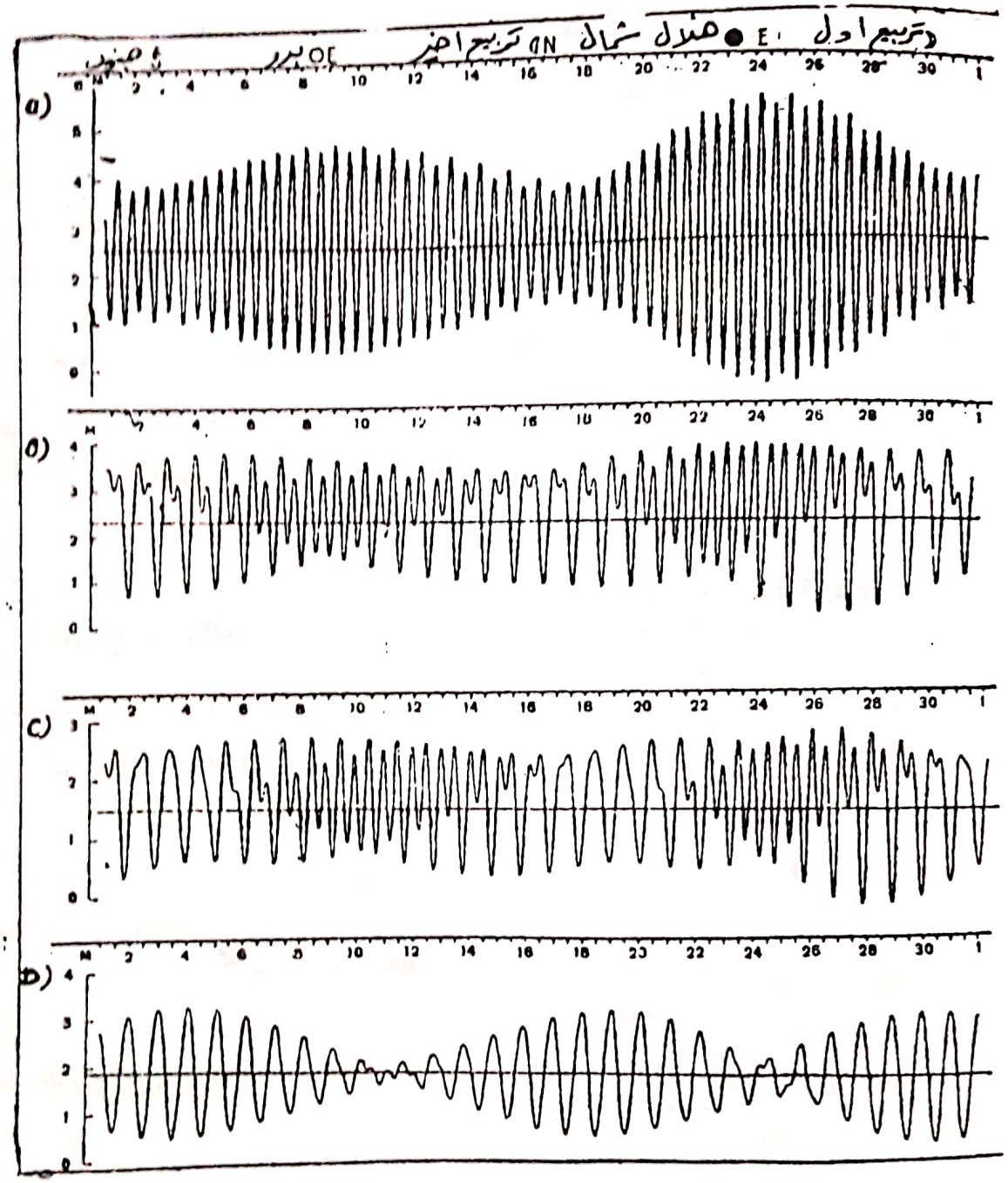
أما حسب طبيعة ظاهرة المد والجزر فانه يمكن تقسيمها الى : نظامية يومية ونصف يومية والى غير منتظمة يومية ونصف يومية ثم الى مختلطة تتميز حركات المد والجزر المنتظمة بالتماثل في طول الفترة وفي المقدار خلال اليوم القمري . أما في غير المنتظمة فهناك اختلاف في طول فترة المد والجزر وفي المقدار ، وكلما ازداد دور التضاريس الارضية تأثيرا اضطربت ظاهرة المد والجزر .

في كثير من الاحيان وخلال الشهر القمري تتغير فترة المد والجزر مقتربة تارة من الفترة نصف اليومية وأخرى من اليومية ، فتبدو مشوشة في الفترة والمقدار . لذا نميز بين فترة مد وجزر غير منتظمة نصف يومية ويومية وذلك أيها أكثر قربا في خصائصها من نصف اليومية أو اليومية .

يجب أن نشير الى وجود جداول خاصة تسمى جداول المد والجزر ويمكن أن نحدد من خلالها نموذج حذه الحركات هل هي نصف يومية أو يومية أو مختلطة ونعتمد على العلاقة التالية[1] :

(١) ن.ب. نيكلوكوف ، علم الارض ، موسكو ١٩٧٦ .
(١) ن.إ. يغوروف ، الاكيانوغرافيا الطبيعية ، لينينغراد ١٩٦٦ .

Scanned with CamScanner



شكل ـ ٣٣ ـ

نمـاذج المد والجزر

A ـ نصف يومي ، b ـ نصف يومي غير منتظم ، c ـ يومي غير منتظم

D ـ يومـي

ا ـ بدر ، ● ـ هلال ، « ـ التربيع الاول ، » ـ التربيع الاخير

N ـ ميل القمر الاعظمي شمالا ، E ـ الميل الاصغري ، S ـ الميل الاعظمي الجنوبي

Scanned with CamScanner

القديسة يلينا في المحيط الاطلسي يصل المقدار الى (٨٠) سم • وفي جزر الموريك في المحيط الهنـدي يعادل (٥٠) سم وفي جزيرة غـوام في المحيط الهادي لا يزيد المقدار عن (٨٠) سم • ولكن هنالك بعض الجزر المحيطية ذات المقادير الكبيرة كجزر كناري ومادیرا (٢ر٥ — ٢ م) •

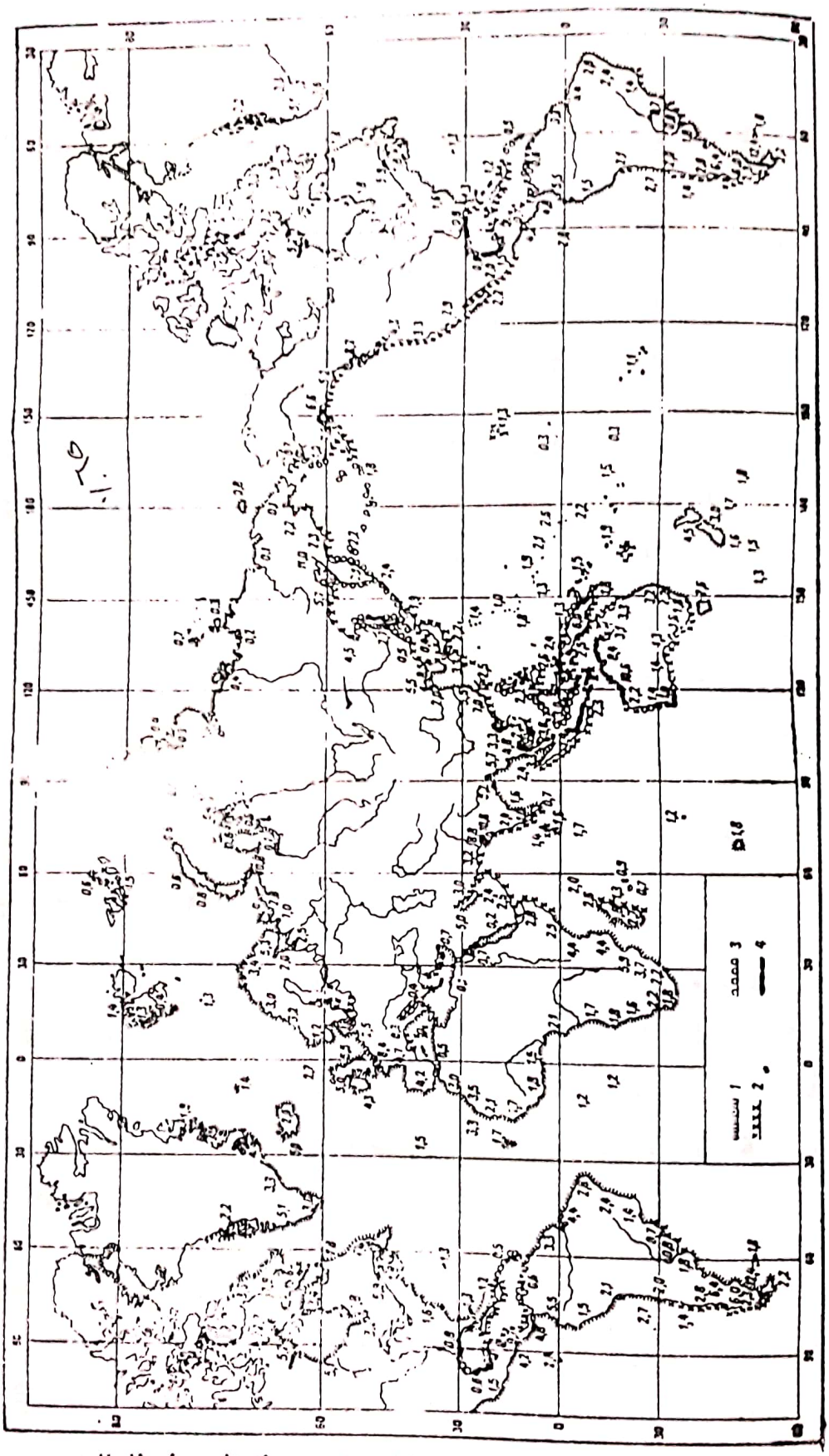
من الملاحظ في خارطة المـد والجزر العالمية (خارطـة ٣٧) سيطرة النماذج النصف اليوميـة المنتظمة وغير المنتظمـة • ففي المحيط الاطلسي نصادف النموذج نصف اليومي المنتظم في كثير من المناطق (انظر الخارطة) ولكن في خليج المكسيك وفي البحر الكاريبي تسيطر النماذج اليومية المنتظمة وغير المنتظمة • وعلى امتداد الساحل الغربي القارة الامريكية والمطل على المحيط الهادي تسيطر النماذج نصف اليومية غير المنتظمة ولكن تكثر نصف اليومية المنتظمة في السواحل المحيطية المطلة على المحيط الهـادي في كـل من أمريكا الوسطى والجـزء الشمالي من أمريكا الجنوبية • وفي السواحل الغربيـة للمحيط الهـادي حيث استراليا وأندونوسيا والصين ••• الخ • نرى كل النماذج ولكن للمختلطة الدور الاكبر • وفي المحيط الهندي نجد النموذج نصف اليومي بنوعيه المنتظم وغير المنتظم •

أما في البحار فالصورة أكثـر تعقيدا والاختلافات في النماذج تشاهد عبر مسافات غير كبيرة قد لا تزيد على بضع عشرات من الكيلو مترات •

التيـارات المائيـة المحيطيـة

إن انتقال جزيئات الماء (كتل) من مكان الى آخر في المحيطات والبحار هو ما يعرف بالتيارات المائية ، فهي كالأنهار في اليابسة تحمل كميات كبيرة من الماء الى مسافات بعيدة عن أماكن تشكلها ، قد تصل في المحيطت الى آلاف الكيلومترات كما في تيار الخليـج في المحيط الاطلسي • ولهذه التيارات اتجاهات عامة وسرعات متوسطة رغم قطعها مسافات بعيدة وعلى الرغم من التبدلات المحسوسة في سرعاتها واتجاهاتها • ومثل هذا الواقع نراه في التيارات المائية دائمة الجريان • التي تدفع بكميات هائلة من الماء السطحي • وفي الاعماق الكبيرة وقرب القاع حركة جزيئات

Scanned with CamScanner



شكل ــ ٣٧ ــ مقادير المد والجزر العظمى في العالم
1 ــ مد وجزر نصف يومي، 2 ــ نصف يومي غير منتظم
3 ــ يومي غير منتظم، 4 ــ يومي منتظم

Scanned with CamScanner

الماء أبطأ بكثير وهي ذات اتجاه عام مغاير لاتجاه المياه السطحية • وكثيرا ما تحقق مع التيارات السطحية منظومة (دوامة) مائية دورانية (عليا ــ سفلى) تعمل على مزج المياه وتحركها • هنالك كذلك تيارات مائية مؤقتة سببها مؤثرات خارجية غير دائمة كتغير اتجاهات الرياح وتغير مواقع الضغط الجوي المنخفض والعالي ويمكن أن تظهر الجزيئات المائية بمظهر دوري كما في حركة مياه المد والجزر •

والحركة هنا محدودة المسافة ولا تتعدى عادة (٢٠ ــ ١٠) كم ، وقد لا تتعدى فترة الجريان عن (٢٤ ــ ١٢) ساعة وكثيرا ما تحدث تيارات مائيةذاهبة وعائدة في المضائق والفيوردات (الأودية الجليدية السابقة) •

استنادا الى ما سبق يمكن أن نصنف التيارات المائية الى ما يلي :

آ ــ حسب المنشا :

أي حسب نوعية العوامل أو القوى التي أحدثت التيارات (رياح •• الخ)•

ب ــ حسب الديمومة :

وهنا نميز تيارات دائمة ومؤقتة (غير دورية) ودورية • وتتميز التيارات الدائمة بجريان مستمر في اتجاه عام واحد ، وذلك مثل تيارات الباساتا وكوراسيفو وتيار الخليج • أما المؤقتة غير الدورية فجريانها مؤقت وذلك حسب ديمومة العامل المؤثر كالرياح الموسمية أو شبه الموسمية • والدورية هي تيارات تظهر في فترة محدودة كفترة المد والجزر •

ج ــ حسب العمق :

الى سطحية وعميقة وانتقالية •

د ــ حسب طبيعة الحركة :

الى مستقيمة ودائرية وتضم السيكلونية والأنتي سيكلونية •

Scanned with CamScanner

هـ ـ حسب حرارة المـاء :

الى تيارات حارة وأخرى باردة وأحيانا الى مالحة وقليلة الملوحة • وحـرارة التيارات المائية الحارة تكون أعلى من حرارة المياه المجاورة والباردة عكس ذلك • ونلاحظ في النصف الشمالي للكرة الارضية أن التيارات المائية المتجهة شمالاتكون حارة عادة والبارة تتجـه جنوبا من المياه الباردة القطبية وشـبه القطبية واتجـاه التيارات هذه في النصف الجنوبي عكس ما ذكرناه في الشمال •

إن الاعتماد على المنشأ في تقسيم التيارات المائية[1] يمثل الاسلوب الاساسي في تصنيف التيارات ، لذا علينا التوقف عند هذا التصنيف قليلا • وعليه وحسب نوعية العامل المؤثر والمسبب في حدوث التيار المائية يمكن أن نتكلم عن الاشكال التالية للتيارات المائية :

١ ـ تيارات الكثافة وسببها تباين قيم الكثافة مساحيا •

٢ ـ الريحية وتعرف كذلك بالمنساحة ويرتبط ظهورها بعمليه ـدم واحتكاك الهواء بسطح المـاء •

٣ ـ تيارات الانحدار المائي وذلك بسبب اختلاف مستوى سطح المحيط تحت تأثير قوة دفع الرياح •

٤ ـ تيارات المد والجزر وهي مرتبطة بقوة جذب القمر والشمس •

يضاف الى الاشكال الاساسية السـابقة أشكال أخرى ثانوية مثـل التيارات الضغطية الغراديانية التي ظهرت بسبب تباين قيم الضغط الجوي فـوق أجزاء من البحار والمحيطات ، الأمر الـذي أدى الى تباين ارتفاع مستوى سـطح البحر أو المحيط ، فاندفعت المياه باتجاه الميل الأدنى ، الذي تسيطر فيه مراكز الضغط العالي •

---

(١) ف. إستوشين ، علم المحيطات لينينغراد ١٩٦٩ •

Scanned with CamScanner

وهنالك كذلك التيارات الجريانية التي يرتبط ظهورها بارتفاع مستوى ماء البحر عند مصبات الانهار ، كنهر النيل والأمازون وغيرهما •

جرت العادة على ضم التيارات التي تشكلت بسبب تباين مستوى البحار والمحيطات في مجموعة واحدة هي التيارات الغراديانية ونميز فيها تيارات الكثافة والانحدار المائي والجريانية والضغطية •

يجب أن نوضح أن أكثر التيارات المائية البحرية والمحيطية نتاج عوامل متعددة ونادرا ما تكون نتاج عامل مؤثر واحد ، وخير مثال تيار الخليج (غولف ستريم) فهو تيار غراديانى (كثافي) وريحي وجرياني بآن واحد •

بعد تشكل التيارات المائية يظهر مفعول قوى أخرى ثانوية تؤثر على فعالية الجريان وعلى اتجاهه • من هذه القوى :

آ ــ قوة كورئيوليس انحارفة كل الاجسام يمينا في النصف الشمالي ويسارا في النصف الجنوبي •

ب ــ قوة الاحتكاك التي تقلل من سرعة حركة جزيئات الماء •

جـ ــ قوة الارض النابذة •

يعبر عن قوة انحراف كريئوليس بالعلاقة التالية :

$$F = 2\omega v \sin\varphi$$

اذ نجد أن ω ــ سرعة دوران الارض الزاوية •

v ــ سرعة حركة جزيئات الماء (كتلة) •

φ ــ خط عرض المكان الذي تتحرك فيه الكتل المائية •

Scanned with CamScanner

والعامل الأساسي في قوة الانحراف سرعة حركة الماء والموقع حسب درجات العرض ، وهي كما نعلم صفر في خط الاستواء وأعلى ما يمكن في القطبين • من العوامل المعيقة ظاهرة الاحتكاك المائية التي تبدو في مظهرين الأول جزيئي والثاني توربولينتي (زوبعي) • يظهر مفعول الاحتكاك الجزيئي فعالاً في التيارت مستقيمة الجريان التي تتحرك فيها ببطء وباستقامة • ومثل هذه التيارات نراها في أعماق وقيعان البحار والمحيطات حيث التيارات بطيئة الجريان •

أما في التيارات ذات الجريان المضطرب فنرى اضافة الى الاعاقة الجزيئية الاعاقة الزوبعية المضطربة وتأثيرها أكبر بكثير من الجزيئية •

أما بالنسبة للقوة النابذة فانها تظهر في الحركة الدائرية أو شبه الدائرية للتيارات المائية كما في مراكز الضغط العالية والمنخفضة ، ولكن تأثيرها يختفي عمليا ان كانت المراكز واسعة المساحة •

تيارات الانسياح والتيارات الريحية

تعد قوة الرياح الدافعة المسبب الرئيس لظهور التيارات المائية غير الدورية • وتسمى التيارات غير الدائمة وغير المستمرة في الجريان ذات المنشأ الريحي بالتيارات الريحية • أما التيارات الريحية الدائمة الجريان فتعرف بتيارات الانسياح ، التي تشتمل على أبرز التيارات المحيطية كالباساتية والاستوائية والقطبية الجنوبية الدائرية •

يظهر هذان النوعان من التيارات بسبب احتكاك الرياح بسطح الماء وكذلك باحتكاكه بالسفح الريحي للأمواج • وتنقل قوة الحركة بوساطة قوة الاحتكاك بالطبقة تحت السطحية اذ تصبح سطح انزلاق وحركة بالنسبة للطبقة المائية السطحية بل انها هي نفسها تتعرض للحركة والدفع الى الامام •

ولقد فسر هذه الظاهرة العالم الرياضي إيكمان (Ekman) في مطلع القرن العشرين وافترض :

Scanned with CamScanner

التيارات الجريانية :

تتكون هذه التيارات بسبب انحدار سطح البحر أو المحيط (في جزء منهما) هذا الانحدار يؤدي الى ظهور ضغوط هيدروستاتيكية (ضغوط توازن مائية) في اماكن متفرقة من سطح البحر أو المحيط ذات قيم مختلفة وقد تظهر نفس سطح الضغط السابق لفعله .

اما أسباب الميل فهي غالباً الآتي : تغير مستوى الماء بسبب النشاط الريحي الفاعل باتجاه واحد ، أو بسبب غزارة المياه النهرية الصابة في البحر ، ويلعب دوراً ثانوياً ذوبان الجليد والثلوج والتهطال في ظهور الانحدار . وقد تتسبب تباين قيم الكثافة في حدوث الانحدار كما في البحر الاحمر عالي التبخر وخليج عدن .

وهكذا يمكن القول إن التيارات الجريانية هي تلك التي تسعى الى اعادة سطح البحر الى توازنه السابق . ومن الأمثلة الحية عن هذه التيارات ، تيار فلوريدا الخارج من خليج المكسيك والذي يعد نقطة البدء بالنسبة لتيار الخليج (Golf Stream) . وكما نعلم يدفع تيار الباساتا الأطلسي كميات كبيرة من المياه الى داخل خليج المكسيك ، لذا ظهر الاختلاف في مستوى مياه هذا الخليج ولإعادة التوازن تكون تيار فلوريدا الجريانية .

اهم التيارات المحيطية

لقد رأينا سابقاً أن مسببات التيارات متعددة ، ريحية وكثافية ومدية جزرية وضغطية ، ويجب أن نشير الى أن مسببات عديدة تتعاون لإظهار التيارات المائية ونادراً ما تظهر هذه تحت تأثير مسبب واحد . فالمسيات الجريانية والريحية والانسياحية هي التي تكون مجتمعة تيارات الباساتا وهي من أهم التيارات الريحية المعروفة وذلك لاستمرارية هبوب رياح الباساتا والمحافظة على اتجاهاتها الرئيسة . وبالواقع جرت العادة عند دراسة التيارات المحيطية الاعتماد على عامل الرياح ودون الاشارة الى العوامل الأخرى لأنها أقل شأناً وقبل أن نستعرض باختصار هذه التيارات تتوقف عند بعض الوقائع :

Scanned with CamScanner

١ ـ تنحرف التيارات السطحية عن اتجاه الرياح بزاوية مقدارها (٤٥) درجة يميناً في النصف الشمالي للكـرة الارضية ويساراً في النصف الجنوبي • وهـذا ما يفسر الاتجاه الشرقي لتيارات الباساتا المشهورة ، وذلك لأن هذه الرياح ذات اتجاه شمالي شرقي في شمال خط الاستواء وجنوبي شرقي الى الجنوب منه •

٢ ـ تنحرف الطبقات السفلى يميناً في النصف الشـمالي للأرض ويساراً في الجنوبي وذلك بالنسبة للطبقة المائية التي تعلوها ، ويستمر هذا الانحراف الى أن يأخذ التيار الباطني اتجاهاً معاكساً للتيار السطحي ، ولا يتعدى عادة تأثير الريـاح على المياه الباطنية أكثر من (١٠٠) م عمقاً •

٣ ـ اذا ما سار تياران مائيان سطحيان بشكل متواز يظهر بينهما تيار معاكس في الاتجاه كما في التيار الاستوائي (انظر الخارطة ٣٩) •

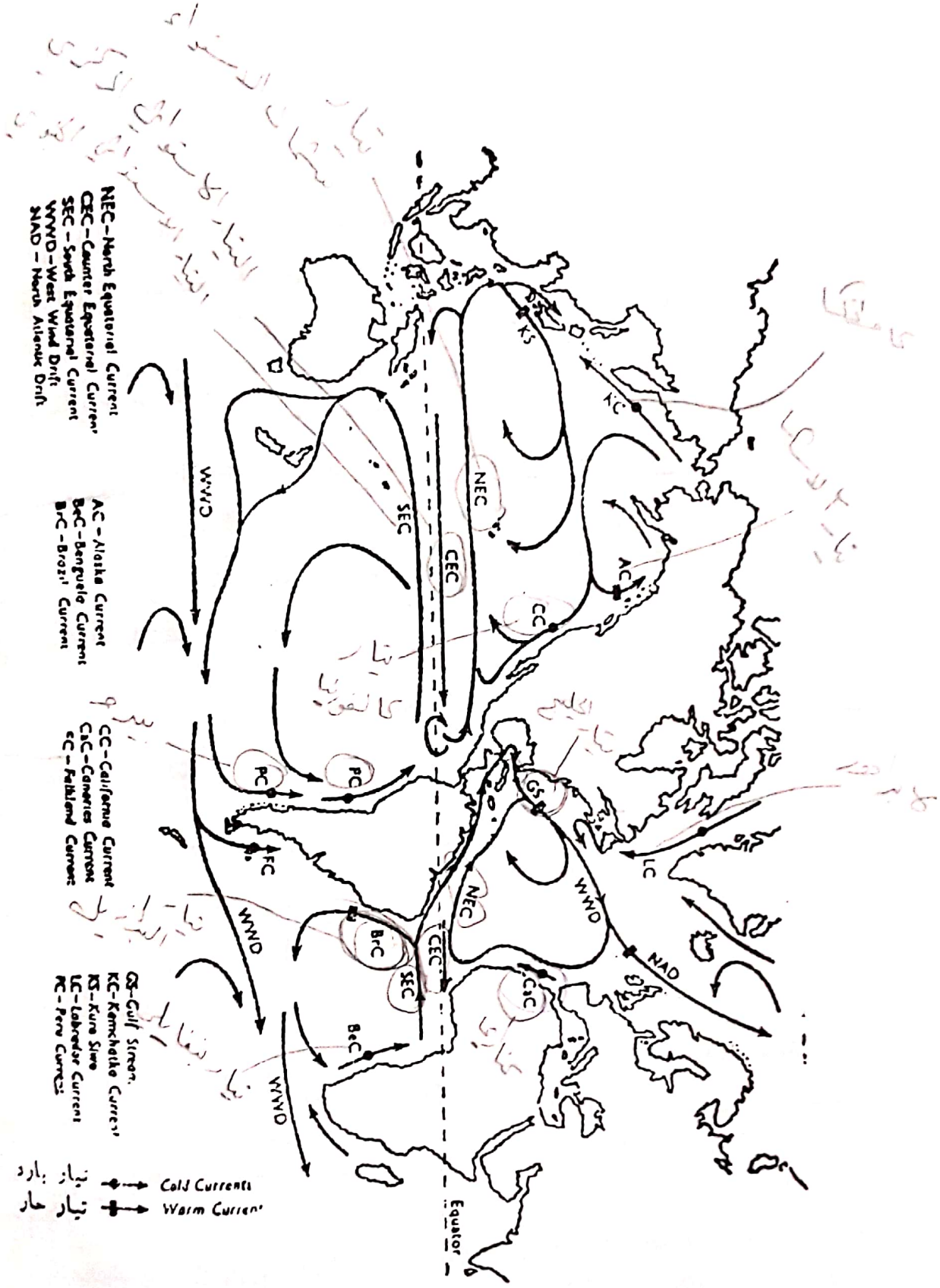
٤ ـ عندما ترتطم التيارات المائية باليابسة تتفرع وتغير اتجاهها كما في التيار الباساتي الجنوبي ، الذي يتفرع لـدى التقـائه بالقارة الامريكية الجنوبية ، اذ يذهب التيار البرازيلي نحو الجنوب ويذهب الفرع الشمالي نحو البحـر الكاريبي وخليج المكسيك •

٥ ـ اذا ما سـار التيار المحيطي في مناطق ذات مياه متزايدة العمق ينحرف التيار يساراً ، وهـذا ما يفسر تفرع تيار الشمال الأطلسي الى تيـار شبيتيسبرغ واير مينغـر •

٦ ـ تنحرف التيارات المائية عامة تحت تأثير قوة الانحراف الأرضي (قـوة كريئوليس) يميناً في النصف الشمالي وعكس ذلك في جنوب الأرض • ويجب أن نأخـذ بعين الاعتبار كذلك انحراف حركة الجـو العامة الريحية عن مساراتها تحت تأثير هذه القـوة كـذلك •

والآن لنستعرض أهـم التيارات المائية المحيطية ، والتي لا تمثل في الواقـع

Scanned with CamScanner



شكل – ٣٩ – المصطلحات

NEC — التيار الاستوائي الشمالي CEC — التيار الاستوائي المعاكس SEC — التيار الاستوائي الجنوبي WWD — التيار الاستوائي الغربي المساق NAD — التيار الاستوائي الاطلسي المساق AC — تيار الاسكا BeC — تيار البرازيل BrC — تيار بينغويلا CC — تيار كاليفورنيا CaC — تيار كناري FC — تيار فالكلاند GS — تيار غولف ستريم KC — تيار كامجاتكا KS — كوروسيو LC — تيار لابرادور .

Scanned with CamScanner

سوى التيارات الكبيرة الامتداد ، ولكن هنالك تيارات ثانوية كثيرة يصعب البحث فيها ، بل تدرس في الابحاث المحيطية والبحرية الاقليمية .

من الملاحظ أن التيارات المائية الباردة هي المسيطرة في الأجزاء الشرقية للمحيطات بينما تبرز التيارات المائية الحارة في غرب المحيطات ، وبخاصة في النطاقات المحيطية المدارية ، بينما نرى عكس لك تقريباً في النطاقات المتوسطة .

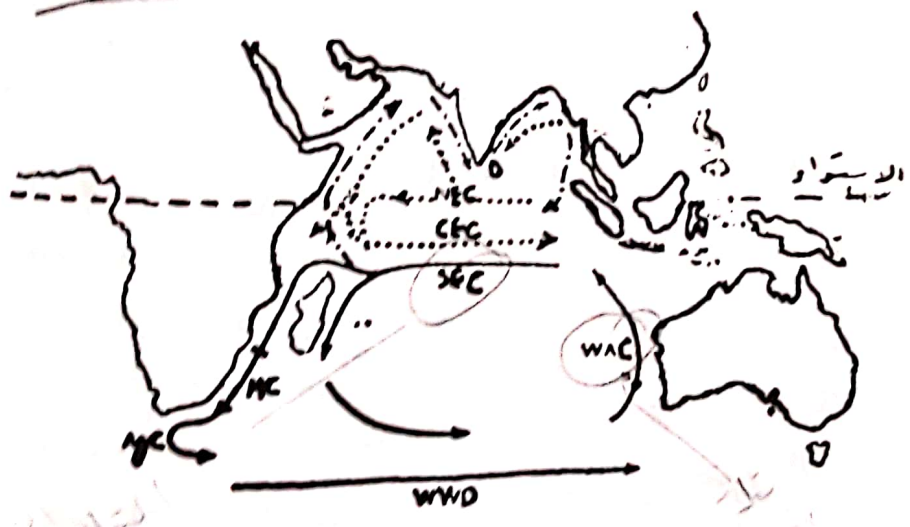
تسوق رياح الباساتا المدارية القادمة من اليابسة أمامها مياه المحيطات الحارة دافعة وسائقة اياها نحو الغرب ، فتظهر في أماكنها مياه أكثر برودة مكونة بذلك تيارات باردة مثل تيار كناري (Canaries) وتيار كاليفورنيا (California) والبيرو (Peru) والبنغويلي (Benguela) ثم التيار الغربي الاسترالي . أما التيارات المسوقة برياح الباساتا فإنها تشكل من الشرق الى الغرب تيارين مائيين هما تيار الباساتا الشمالية (التيار الاستوائي الشمالي) والباسا الجنوبية (التيار الباساتي الجنوبي) . يظهر هذان التياران بوضوح في كل من المحيطين الأطلسي والهادي .

أما في المحيط الهندي فإن التيار الجنوبي واضح ، إلا أن التيار الشمالي يختلف اتجاهه مع الرياح الموسمية (خارطة ٣٩) . يمتد ما بين التيارين الباساتيين الشمالي والجنوبي تيار راجع يسير من الغرب الى الشرق عكس التيارين السابقين ويعرف باسم التيار الاستوائي المعاكس ، ويظهر التيار واضحاً في المحيط الهادي وهو أقل وضوحاً في المحيط الاطلسي ، يتغير اتجاه تيارات الباساتا عند بلوغها القارات . ففي المحيط الاطلسي ينقسم التيار الباساتي الجنوبي الى تيارين هما : التيار البرازيلي الذي ينحرف نحو الجنوب حتى بلوغه العروض شبه المدارية والمتوسطة وهنا يلتحم مع التيار المسوق الغربي ، ويرتد جزء منه الى التيارات المائية المدارية . أما الفرع الشمالي للتيار الباساتي الجنوبي أو ما يعرف باسم تيار غويانا (في شمال الشاطىء الشرقي لأمريكا الجنوبية) ، فإنه يلتقي مع التيار الباساتي الشمالي ويدخل بحر الخليج الامريكي في أمريكا الوسطى ، مشكلاً تياراً مدارياً

Scanned with CamScanner

يحمل اسم تيار الخليج ، ثم يخرج من هذا البحر عبر فلوريدا ليلتقي بتيار كاليفورنيا وبعد ذلك يذهب تيار الخليج الى الشمال الشرقي عبر الاطلسي الشمالي ويصل الى العروض القطبية الشمالية •

وبالنسبة للتيارين الباساتيين في المحيط الهادي ، فإننا نجد أن التيار الباساتي الشمالي ينحرف عند بلوغه منطقة جزر الفيليبين شمالاً مكوناً تيار كوروسيفو ، الذي يتجه الى الشمال الشرق ويتفرع في أواسط المحيط الهادي ويعود الى المياه المدارية من جديد • أما التيار الباساتي الجنوبي فإنه يصل الى شرق استراليا ويقسم هنا الى جزئين الأول وهو الأساس يساير شواطىء استراليا جنوباً ثم ينحرف شرقاً متحداً مع التيار الغربي ويتصل مع الفرع الآخر الذي يمر شمال وشرق الجزر النيوزلندية • يشبه هذا التيار تيار الخليج في الاطلسي • وفي المحيط الهندي يتفرع التيار الباساتي الجنوبي في شرق افريقيا الى تيار شمالي (التيار الصومالي) والى تيار جنوبي هو تيار موزامبيق واغولهاوس في أقصى جنوب افريقيا (شكل ٤٠) •



شكل — ٤٠ — المصطلحات

WAC — تيار استراليا الغربي
SEC — التيار الاستوائي الجنوبي
WWD — التيار المحيطي الغربي
MC — تيار موزامبيق
NEC — التيار الاستوائي الشمالي
AgC — تيار اغولهاس

Scanned with CamScanner

لمراكز الضغوط شبه المدارية المرتفعة دور مهم في تكوين وحـركة التيارات المائية السابقة وهذه المراكز هي : مركز ضغط آزور العالي وهواي وجنوب المحيط الهندي والأطلسي والهادي • تكون التيارات المذكورة دوامات مائية هائلة تتجـه مـع عقارب الساعة في النصف الشمالي وعكس ذلك في الجنوبي • ونشاهد في أطرافها التيارات الشرقية المساقة التي تتجه غرباً في نهاية المطاف وتدخل العروض المتوسطة وتدفع التيارات الشمالية لهذه المراكز بحركة دورانية المياه نحو العروض المدارية مكونة تيارات عائدة • وتكون الأذرع الريحية الغربية لهذه المراكز تيارات مائية مهمة كتيار الخليج الاطلسي وتيار كوروسيفو والاسترالي الشرقي •

نشاهد في المحيط المتجمد الشمالي العديد من التيارات المائية الباردة كثـيراً والصغيرة نسبياً ، إلا أن تأثيرها المناخي كبير على الشواطىء التي تمر بها • ومـن أهم هذه التيارات : تيار غرينلاند الشرقي الذي يمر بين جزيرة ايسلاند وغرين لاند والى الغرب من غرينلاند ومحاذاة الشواطىء الكندية الشمالية والشمالية الشرقية يسير تيار اللابرادور حاملاً معه كتلاً من الجليد العائم والآيسبيرغ • أما في شمال المحيط الهادي فنصادف تيار كامجاتكا الذي يجري حتى شمال الجزر اليابانية •

Scanned with CamScanner