الأعاصير المدارية

د. عبدالله عبدالرحمن عبدالله
مدير عام الإدارة العامة لتدريب الفنيين على الرصد الجوي

كان لحدوث عواصف عنيفة على البحار والمحيطات بصفة دائمة خطراً شـائعًا لإرتباطه بالرحلات البحرية. ومع ذلك، فقد جاءت المعلومات العلمية سـابقاً عن الأعاصير المدارية عن طريق إشارات الاستغاثة التى ترسلها السفن والتجارب والملاحظات التى سجلها البحارة فى سجلاتهم والتى تم تدقيقها ومراجعتها من قبل خبراء الأرصاد الجوية بعد وصول السفن إلى الموانئ.

وفـى منتصف القـرن العشـرين، كـان من الممكن اكتشاف الإعصار على شاشة رادار الطقس عند إقترابة من الساحل ودخولة فى مدى الرادار، ويتم تحديد شكلة وحركتة وتقدير شدته. وتم فى الولايات المتحدة بعد ذلك نقل مهام استطلاع الأعاصير المدارية لطائرات فائقة التقدم، مما يتيح قياس بعض المعلومات والبيانات الجويه بالقرب من موقعه وأيضاً داخله.

بعد إطلاق أول قمر صناعى للطقس فى العالم فى عام ١٩٦٠، حصل علماء الأرصاد على أول صورة ملتقطة من الفضاء لإعصار مداري. فى البداية كانت هناك صورة قمر صناعى واحدة لإعصار مدارى كانت متاحة فى يوم واحـد، وأصبحت عملية المـراقبـة الليلية عـن طريق الأقمار الصناعية ممكنة فيما بعد. قدمت صور الأقمار الصناعية المبكرة، رغم أنها بدائية إلى حد كبير مقارنة بالصور الملتقطة بالمواصفات الحالية، نظرة ثاقبة جديدة لهيكل الأعاصير المدارية (فيت ١٩٦٤) وبدأ عصر جديد من رصد الأعاصير المدارية وقياس العناصر الجوية بالقرب منها وداخلها واستخدامها فى نماذج التنبؤات العددية الحديثة مما أعطى مصداقية ودقة عالية فى التنبؤ بها.

مع إطلاق الأقمار الصناعية الثابتة بالنسبة إلى الأرض مثل GOES و Meteosat و GMS، والأقمار الصناعية INSAT الأولى فى عام ١٩٨٢، تعرضت الأعاصير المدارية لمراقبة عالمية على مدار الساعة منذ نشأتها وحتى إنتهائها. وتعد صور الأقمار الصناعية مفيدة للغاية فى جميع مراحل تطور

شكل ١ : إعصار استوائي

الأعاصير المدارية، للكشف أولاً عن نشأتها على المحيطات، ثم متابعة حركتها، وتحديد شدتها ومراقبة التغيرات فى خصائصها.

لقد كان معروفًا منذ فترة طويلة أن هناك ثلاثة متطلبات أساسية لتكوين إعصار مدارى أو تولد المنخفضات المدارية فوق المحيطات، (شكل ٢).

تلك المتطلبات هى :

أ. قوة كوريوليس التى تنتج تأثير الدوران.

ب. محيط دافئ يوفر الطاقة للإعصار.

ج. منطقة رطبة نسبيًا فى الطبقة الوسطى من التروبوسفير.

نظرًا لمتطلبات قوة كوريوليس لإحداث تدرج فى سرعة الرياح، فيلزم تكون المنخفض المدارى على مسافة تبعد عن خط الإستواء فيما لايقل عن ٥٠٠ كيلومتر (شمالاً أو جنوباً). فبدون تأثير قوة كوريوليس، لا يمكن تطور حالة عدم الإستقرار المصاحبة للمنخفض الجوي. ويجب أن تكون درجة حرارة سطح البحر على الأقل ٢٦,٥ درجة مئوية، كما ينبغى أن تكون درجة الحرارة مرتفعة بدرجة كافية لتصل لعمق يصل إلى ٥٠ متر تحت سطح البحر، وتقل برودة الغلاف الجوى بسرعة مع الارتفاع لتحفيز حالة عدم الإستقرار عن طريق تيارات الحمل الرطبه. ويساعد نشاط العواصف الرعدية على إطلاق الحرارة المختزنة فى مياه المحيط مما يؤدى إلى تطور الإعصار المدارى بشكل كبير.

إلى جانب الشروط الثلاثة المذكورة أعلاه، هناك شرط آخر لتولد الدوامات المؤدية لتكون المنخفض الجوى ألا وهو وجود حالة عدم إستقرار فى الطبقة الدنيا من التروبوسفير والقريبة من سطح البحر. من المعلوم أن الأعاصير المدارية لاتتكون من تلقاء نفسها، بل تتطلب على الأقل نظام منخفض جوى ضعيف على السطح مع دوامة كافية وتدفق أو تقارب لمركز هذا المنخفض على المستويات المنخفضة والقريبة من سطح البحر. شرط آخر ألا وهو وجود رياح قص رأسيه ضعيفة أو متوسطة الشدة بين مستوى السطح وطبقة التروبوسفير العلويه، لأن القيم الكبيرة لقص الرياح الرأسية تعاكس تولد ونمو

شكل ٢ : تكون الأعصار

المنخفضات الجوية. إذا كان الإعصار المدارى قد تشكل بالفعل، فإن القص الرأسى الكبير للرياح من الممكن أن يضعف أو يدمر الإعصار المدارى بالتدخل فى نظام تيارات الحمل الحراريه العميقه حول مركز الإعصار، بمعنى أن يتم قطع الطريق على تيارات الحمل الحرارية من الوصول إلى مستويات أعلى وبالتالى يضعف الإعصار شيئاً فشيئاً حتى يندحر.

فى حين أن كل هذه الشروط تكون ضرورية لتكون الأعاصير المدارية، ولكنها ليست كافية باستمرار. العديد من الاضطرابات التى يبدو أنها تتكون فى بيئة مواتية، لا تتطور إلى أعاصير مدارية. تلك الإضطرابات التى تتكون بالقرب من الشريط الساحلى ولايوجد أى عوامل لتقويتها قد تكون مفيدة لأنها قد تؤدى إلى هطول الأمطار التى تشتد الحاجة إليها على المناطق الساحلية. قد تنتقل بعض الأنظمة الضغطية إلى المياه الباردة وتتلاشى دون أن تصل إلى اليابسة. ثم أنه فى بعض الأحيان هناك عواصف قد تغير اتجاه خط سيرها الطويل وتتحرك بعيدًا عن الساحل، فى بعض الأحيان. نتيجة لكل تلك المواقف المحتمل حدوثها، فإن العواصف القاتلة الكاملة، لحسن الحظ، ليست شائعة أو منتشرة.

ينقل الإعصار المدارى كميات كبيرة من الطاقة الحرارية المحسوسة والكامنة (sensible and latent heat energy) من سطح البحر إلى الغلاف الجوي. فعندما يتحرك الإعصار لمسافات كبيرة، تنخفض

جدول ١:
مسميات أنظمة الطقس المدارية المستخدمة فى الهند

التصنيف	سرعة الرياح (عقده)	سرعة الرياح (كم/س)
Low Pressure Area	أقل من 17	أقل من 31
Depression	17 – 27	31 – 51
Deep Depression	28 – 33	52 – 61
Cyclonic Storm	34 – 47	62 – 87
Severe Cyclonic Storm	48 – 63	85 – 117
Very Severe Cyclonic Storm	64 – 90	118 – 167
Very Severe Cyclonic Storm	91 – 119	168 – 221
Super-Cyclone	أكبر من 119	أكبر من ٢٢١

درجة حرارة سطح البحر بسرعة كبيرة بسبب ارتفاع منسوب المياه الباردة من طبقات أعماق المحيط والحركة الرأسية العمودية لمياه المحيط وكذلك يوجد تبريد بسبب التبخر فى سطح البحر بفعل حركة الرياح القوية. فى حين أن إرتفاع درجة حرارة سطح البحر تساعد فى نشؤ وتكون وتقوى تولد المنخفضات المولدة للأعاصير، يمكن للإعصار المدارى نفسه أن يبرد البحر بعد مروره فوق مكان ما، ويكون هذا بمثابة نوع من الفرامل التى تحد من إشتداد قوة الأعاصير. وبالتالي، لا يتبع إعصار استوائى لإعصار آخر مباشرةً، ويجب أن يمر بينهما بضعة أيام على الأقل كى تكون الشروط مواتية مرة أخري.

مسميات بعض أنظمة المنخفضات الضغطية

بشكل عام، يتم تعريف أنظمة الطقس المداريه (Tropical Weather Systems) التى تتجاوز سرعة الرياح حد الـ ٦٤ عقدة أو ١١٨ كم/ساعة كعاصفة كبري. ومع ذلك، تستخدم مرافق الأرصاد الجوية المختلفة المسؤولة عن التنبؤ بالأعاصير المدارية التسميات المختلفة لوصف تطور حالة الإعصار عن طريق مراحله المتعاقبة. على سبيل المثال تستخدم دائرة الأرصاد الجوية فى الهند مصطلح «عاصفة مدارية شديدة جداً (Very Strong Cyclonic Storm) لتصنيف الإعصار المدارى بسرعة رياح تتجاوز الـ ٦٤ عقدة فوق بحر العرب وخليج البنغال (الجدول ١). فى شرق ووسط المحيط الهادى وشمال المحيط الأطلسي، يطلق على هذا النظام (إعصار Hurricane) وفى شمال غرب المحيط الهادى يطلق عليه (إعصار Typhoon). ومع ذلك، فإن هذه الاختلافات موجودة فقط فى التسميات وليس فى خصائص العاصفة، وفى تلك الحالات من الممكن أن يحصل الإعصار على تعريف اسم مثل كاترينا أو ريتا وفقًا لقواعد التسمية المكانية أو مكتشف الإعصار أو ماشابة ذلك.

فى الولايات المتحدة، يتم تصنيف الأعاصير بدرجة أكبر على مقياس سافير سيمبسون (Saffir Simpson) المكون من ٥ نقاط والذى يتراوح من الفئة (١) التى لديها أقل احتمال للتدمير، إلى الفئة (٥) التى تدل على أعلى قوة تدميرية للإعصار، جدول ٣. ففى الهند كما لاحظنا فى جدول ١. يستخدم المصطلح «Super-Cyclone» للأعاصير التى تكون فيها الرياح أقوى من ١١٩ عقدة أو ٢٢١ كم/س، والتى تتوافق تقريبًا مع إعصار من الفئة ٤ على مقياس سافير سيمبسون.

مناطق تكون الأعاصير المدارية

يتكون حوالى ٨٠ إعصاراً استوائياً كل عام موزعة على سبعة أحواض رئيسية على المحيطات حول العالم (جدول ٢).

على جنوب المحيط الأطلسي، تعد الأعاصير هى الأكثر ندرة، باستثناء الإعصار الوحيد الذى ضرب البرازيل فى مارس ٢٠٠٤. وعلى شمال غرب المحيط الهادئ، تعد الأعاصير هى الأكثر تكرارًا، حيث يصل عددها إلي ٣٠٪ من العواصف التى تحدث سنويا على جميع أنحاء العالم. على بحر العرب وخليج البنغال، نحصل على معدل يتراوح ما بين ٤ إلى ٦ أعاصير كل عام، ولكن تاريخيا كان بعضها الأكثر فقداً للأرواح والممتلكات فى العالم. وهى الأكثر شيوعًا فى شهرى أبريل ومايو

حوض	المنطقة	النسبة المئوية لعدد مرات التكرار عالمياً	المواسم الأساسية للعواصف	مدة ذروة نشاط العاصفة
شمال غرب المحيط الهادئ	من خط طول 180° إلى شرق آسيا بما في ذلك جنوب بحر الصين	30	يوليو – نوفمبر لكن العاصفة ممكن أن تحدث في أي وقت خلال العام	أواخر أغسطس / أوائل سبتمبر
شمال شرق المحيط الهادي	من المكسيك إلى حوالي خط طول 180°	11	مايو – أكتوبر	أواخر أغسطس / أوائل سبتمبر
جنوب غرب المحيط الهادئ	من 142° شرقاً إلى حوالي 120° غرباً	11	أكتوبر – مايو	فبراير – مارس
شمال المحيط الأطلسي	يتضمن خليج المكسيك بما في ذلك البحر الكاريبي	12	يونيو – نوفمبر	سبتمبر
شمال المحيط الهندي	يتضمن خليج البنغال وبحر العرب	15	أبريل – يونيو و أكتوبر – ديسمبر	ذروتين أحدهما في مايو والاخري في
جنوب شرق المحيط الهندي	من 100° شرقاً إلى 142° شرقاً	7	أكتوبر – مايو	يناير – مارس
جنوب غرب المحيط الهادئ	من أفريقيا إلى حوالي 100° شرقاً	14	أكتوبر – مايو	يناير – مارس

جدول ٢ : مناطق تكون الأعاصير المدارية

(موسم الصيف) وأكتوبر نوفمبر (موسم ما بعد الرياح الموسمية). عواصف بحر العرب أقل نسبياً من عواصف خليج البنغال.

مراحل تكون الإعصار المداري

تتكون دورة حياة الإعصار المدارى من أربع مراحل، مرحلة التكوين، مرحلة التطور، مرحلة النضج ومرحلة الإضمحلال أو التلاشي.

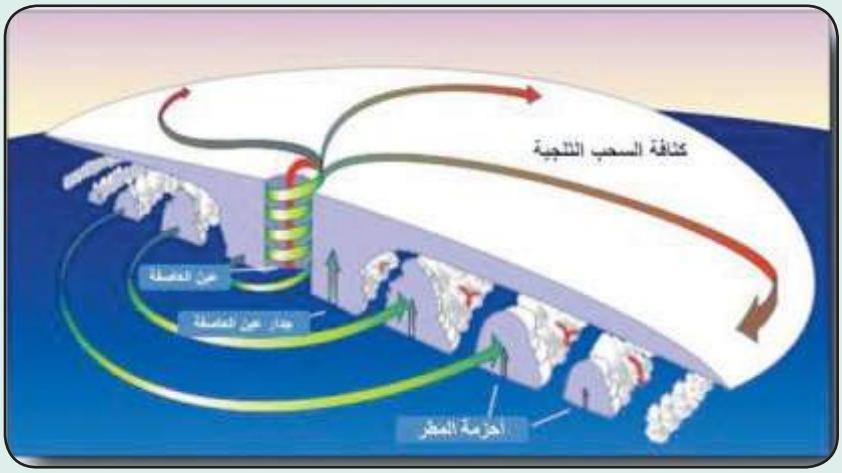
أ. مرحلة التكوين: توجد بصفة طبيعية دوامة سيكلونية متكونة بالقرب من منطقة حزام إلتقاء الرياح التجارية فى المنطقة المدارية (ITCZ)، فتساعد موجات الرياح الشرقية الناشئة من إلتقاء الرياح التجارية الشمالية الشرقية فى نصف الكرة الأرضية الشمالى مع الرياح التجارية الجنوبية الشرقية فى نصف الكرة الأرضية الجنوبى فى تكوين منطقة دوامات سيكلونية «منخفضات» ضعيفة نسبياً ذات المركز البارد على المياة، ويكون الهواء فى الطبقة الدنيا بالقرب من سطح المياة أبرد نسبياً عن الهواء الأعلى منه. الدوامات الحلزونية تشتد وتبدأ فى تحفيز الهواء للتجمع إلى مركز دوامة المنخفض الجوى والتى تؤدى إلى صعود الهواء ذاتياً بمعدل الصعود الجاف (١٠ ° س /كم).

ب. مرحلة التطور: بعد صعود الهواء ذاتياً بمعدل الصعود الجاف (١٠ ° س /كم) تزداد رطوبتة مع الإرتفاع إلى أن يصل إلى مرحلة التشبع، وبالتالى يبدأ بخار الماء فى التكثف وإطلاق الحرارة الكامنه للتكثيف لتقلل معدل تبريد الهواء الصاعد (٦,٥ ° س /كم) ليبدأ تكون السحب وتكون درجة حرارة الكتلة الهوائية الصاعدة أدفأ من الوسط المحيط لينقذف الهواء لأعلى ذاتياً بمعدل تبريد الهواء المتشبع (٦,٥ ° س /كم)، هذا مايسمى

عدم الاستقرار الحرارى فى الطبقة السفلى والوسطى من التروبوسفير. وبالتالى فإن قلب للإعصار الدافئ يزداد شيئاً فشيأ ليزداد سمكه إلى أن يصل إلى مستوى سطح البحر وتصبح الدوامة بالكامل نظامًا أساسيًا دافئًا، (شكل ٣).

ج. مرحلة النضج: ويصاحبها إشتداد فى سرعة الرياح، وإنخفاض فى الضغط وظهور أمطار شديدة على سطح البحر. ففى البداية تبدأ حركة هابطة من قمة اللب الدافئ ثم تهبط تدريجياً، وهذا مايؤدى إلى ظهور عين الإعصار. فى نفس الوقت تنجرف الدوامة الحلزونية من أعلى لأسفل لتتحد مع التيار الهوائى السائد ليتفاعلوا معاً لتعدل عين الإعصار إلى حركة حلزونية هابطة شديدة فى المنتصف وتتحول بعد وصولها لسطح البحر إلى إسطوانة من التيارات الصاعدة، حول إسطوانة العين، لتساعد على تطور وتكَّوُن السحب الرعدية التى تدور فى فلك الإعصار، (شكل ٤).

د. مرحلة التلاشي: فى حال الوصول لليابسة ومقابلة التضاريس الوعرة، ينقطع إمداد الهواء الرطب الدافئ عن الإعصار ليصبح إعصاراً ذات اللب البارد، فيضعف ويتحول تدريجياً إلى منخفض جوى عادى وبالتالى تتحرر السحب الرعدية من قوة اللُب الحلزونية الشديدة فتنتشر السحب لخارج الإعصار لتشغل حيزاً كبيراً جداً

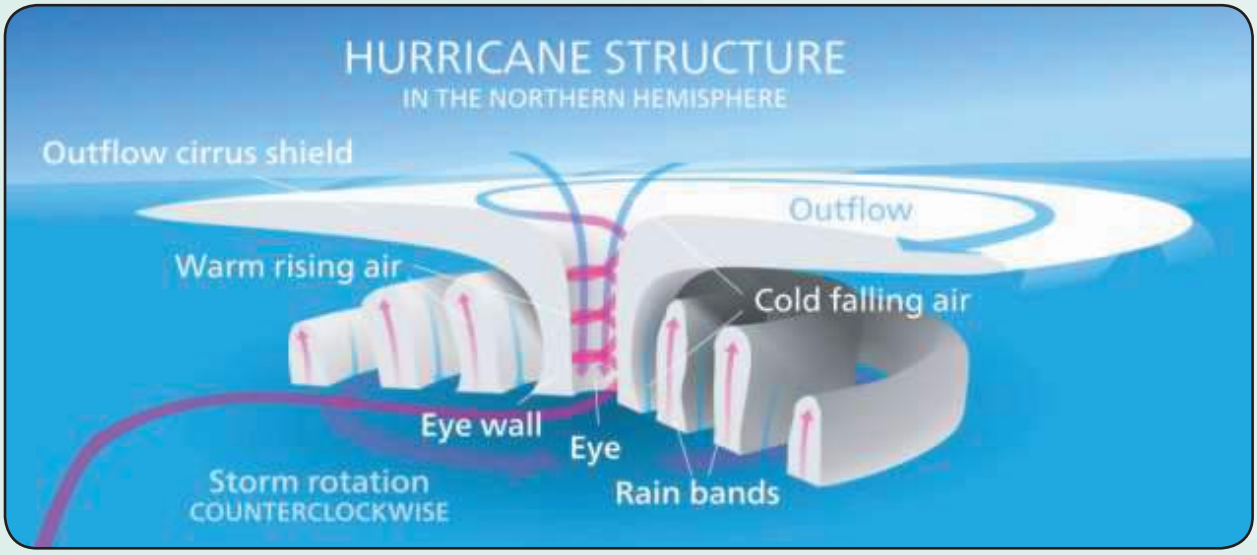


شكل ٣

يصل لأضعاف الحيز الأساسى للإعصار، (شكل ٥) وفى بعض الحالات النادرة، قد يظهر الإعصار الذى تبدد على الأرض مرة أخرى فوق المحيط. على سبيل المثال، قد تضعف عاصفة فى خليج البنغال بعد عبورها لشبه القارة الهندية، ولكنها تستمر فى التحرك غربًا وتخرج فى النهاية فوق بحر العرب لتشتد مرة أخرى وتعود كعاصفة مدارية تشتد فوق البحر، وقد تنتقل بعض العواصف إلى خطوط العرض الأعلى لتأخذ خصائص منخفضات العروض الوسطي، ويتراوح العمر الإجمالى للإعصار المدارى من ٥ إلى ١٥ يومًا.

تركيب اللإعصار المدارى :

يظهر شكل ٦، رؤية من الأقمار الصناعية نموذجية لإعصار استوائى ناضج تمامًا. ويتكون الإعصار المدارى



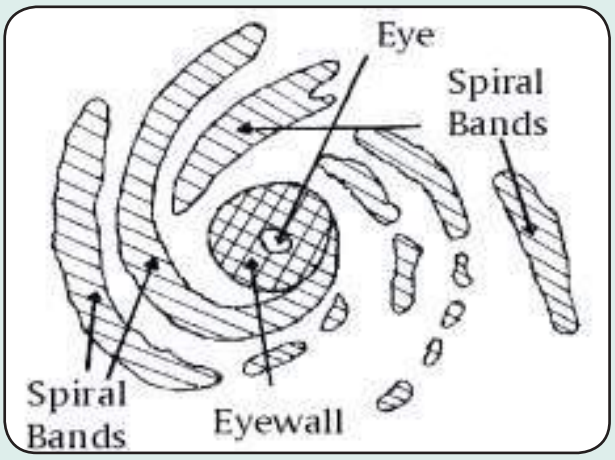
شكل ٤

شكل٥

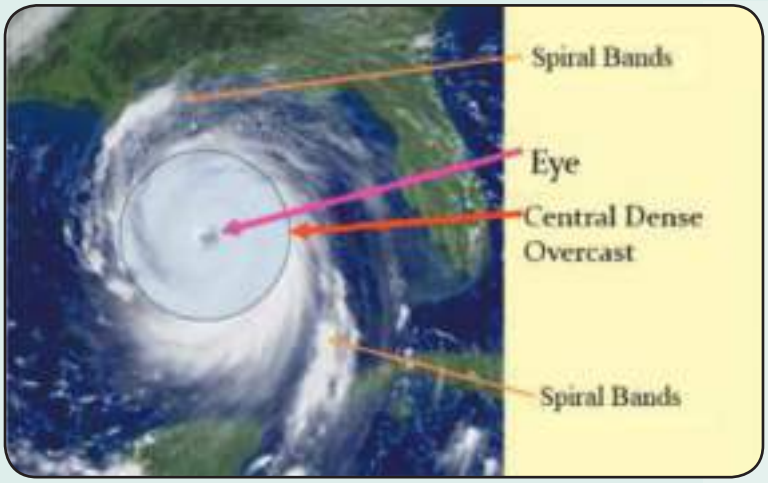
شكل ٦

من الآتي:

أ. العين وجدار العين «Eye and Eyewall»: فى منتصف النموذج توجد العين، وهى منطقة دائرية تقريبًا تتميز بالطقس المعتدل والرياح الخفيفة نسبيًا، وأقل ضغط سطحى وأدفأ درجات حرارة فى الطبقات العليا. يتراوح حجم العيون بين ٨ و ٢٠٠ كم٢، لكن غالباً مايبلغ قطرها ٣٠-٦٠ كم. العين محاطة بجدار العين وهو عبارة عن حلقة دائرية من تيارات الحمل الحرارى المتعمق. وهى أشد منطقة رياح سطحية فى الإعصار المداري. تتكون العين من هواء هابط ببطء بينما يكون لجدار العين تدفق هوائى صاعد شديد نتيجة للعديد من عمليات التيارات الصاعدة والهابطة الشديدة حول هذا الجدار. درجات الحرارة المرتفعة للعين ناتجة عن التسخين الناتج من هبوط الهواء بداخلها، (شكل ٦).



شكل ٧



شكل ٨

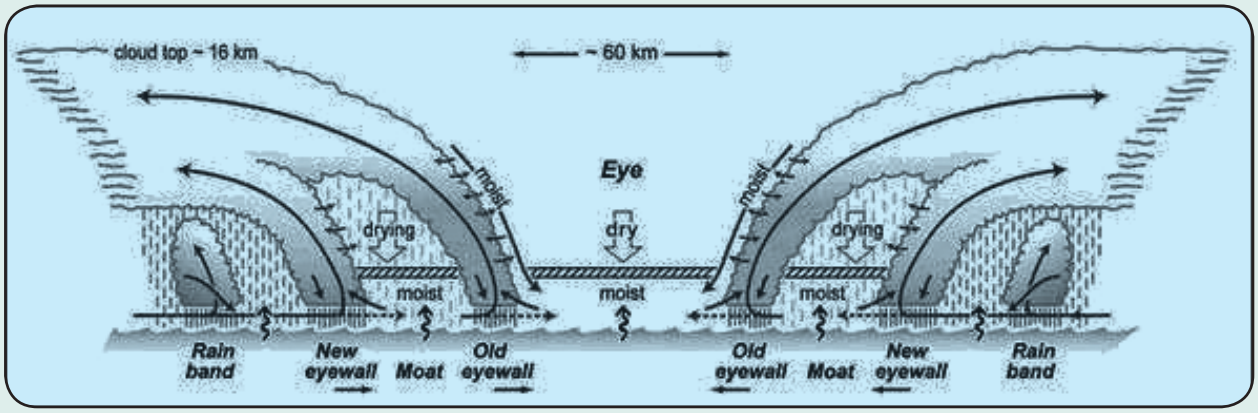
ظهور شكل العين بوضوح يدل عل قوة الإعصار، لأنه يزيد من الاستقرار الديناميكى للعاصفة. كلما اشتدت العاصفة يتقلص حجم العين وتصبح أكثر خلواً من السحب (لأن التيارات الهابطة تزداد). فى الحالات التى تكون فيها العاصفة أعنف فى الشدة، من المحتمل أن يوجد عينان خاليتان من السحب مصاحب لهما جدارين للعينان. غالباً ماتكون العين مستديرة، لكن فى بعض الحالات يمكننا رؤية العين كشكل مضلع منتظم أو غير منتظم وذلك نتيجة لحالات عدم الإستقرار فى الرياح بالقرب من نصف قطر إسطوانة الرياح القصوى للإعصار. حوائط العيون المضلعة لاتحتوى بشكل مستمر على عيون خالية من السحب أو الرياح الهادئة، لكنها من الممكن أن تصاحبها دوامات ضعيفة مرتبطة بسحب ممتدة طولياً لأعلى ورياح شديدة.

ب. الحزم الحلزونية Spiral Bands: تُنظم تيارات الحمل الحرارى فى المنخفضات المدارية إلى حزم مطر طويلة ضيقة موجهة فى نفس اتجاه الرياح الأفقية. نظرًا لأن هذه الحزم تبدو لولبية من مركز المنخفض المداري، فإنها تسمى الحزم الحلزونية. على طول تلك الحزم، يكون تقارب الرياح على المستويات المنخفضه وتباعدها على المستويات العلوية أكثر وضوحًا. ويبلغ عرض شريط المطر حوالى ١٠٠كم بالقرب من المحيط الخارجى للعاصفة ولكنه يتناقص كلما اتجهنا إلى الداخل. وترتبط معدلات هطول الأمطار الحملية البالغة ٣ سم/ساعة أو أكثر بنطاقات المطر. فتتحرك جنبا إلى جنب مع النظام السيكلونى ولكن أيضا تتحرك حول المركز فى اتجاه الرياح المماسة للإعصار ولكنها تكون أبطأ بكثير من سرعة الدوران فى مركز الإعصار وتستمر الأشرطة الحلزونية لبضعة أيام ولكن الخلايا الفردية داخل الحزم تدوم لفترة أطول، (شكل٧).

ج. الغيوم المركزية الكثيفة (Central dense overcast)

بين جدار العين والحزم الخارجية توجد الغيوم المركزية الكثيفة، وهو درع من السحب الرقيقة (Cirrus)، (شكل ٨). ينتج هذا الدرع السحابى من العواصف الرعدية المكونة لجدار الإعصار المدارى والحزم الممطره. تبدو تلك الغيوم المركزية الكثيفة متجانسة قبل أن تصل العاصفة إلى قوة الإعصار والتى تبلغ ٦٤ عقدة. بعد ذلك، يمكن رؤية عين الإعصار فى صور الأشعة تحت الحمراء أو المرئية، فالغيوم المركزية الكثيفة الدائرية هى دلالة على وجود محيط لقص الرياح الرأسى على المستويات المنخفضة.

د. الخندق (Moat): هذا الجزء من الإعصار المدارى



شكل ٩

عادةً ما يقصد به المنطقة الواقعة بين جدار العين وحزام الأمطار الخارجى (الأمطار الشديدة)، وعادةً يدل على منطقة ذات الأمطار الخفيفة، (شكل ٩).

قوة وتأثير الأعاصير المدارية:

هناك العديد من المقاييس التى تصنف درجة خطورة وتأثير الإعصار وأعتمدت تلك المقاييس على نتائج الأضرار المحتملة من جراء مرور الإعصار، ومنها:

كما يتم استعمال تصنيف عالمى آخر يعتمد على سرعة الرياح فى الاعصار ويسمى مقياس فوجيتا ويرمز له بالرمز «F» ويتم تصنيف الاعصار كالتالى :

درجة العاصفة	الضغط في مركز العاصفة ملليبار بوصة	سرعة الرياح ميل/س عقدة	مدي تأثير العاصفة قدم متر	الدمار المسجل
1	>=980 >=28.94	74-95 64-82	4-5 ~1.5	يلحق بعض الأضرار في الأشجار ، والشجيرات ، والمنازل المتنقلة.
2	965-979 28.50-28.91	96-110 83-95	6-8 ~2.0-2.5	أضرار جسيمة للمنازل المتنقلة. إلحاق أضرار بأسطح المباني وتكسير الأشجار.
3	945-964 27.91-28.47	111-130 96-113	9-12 ~2.5-4.0	تدمير المنازل المتنقلة ؛ نسف الأشجار الكبيرة ؛ تلف المباني الصغيرة
4	920-944 27.17-27.88	131-155 114-135	13-18 ~4.0-5.5	تدمير المنازل المتنقلة بالكامل ؛ الطوابق السفلية من الهياكل بالقرب من الشاطئ عرضة للفيضانات
5	<920 <27.17	>155 >135	>18 >5.5	أضرار جسيمة في المنازل والمنشآت الصناعية ؛ تدمير المباني الصغيرة ؛ تدمير الطوابق السفلية من المباني التي تقع على بعد ٥٠٠ متر من الشاطئ وأقل من ٤.٥ متر (١٥ قدم) فوق مستوى سطح البحر

جدول ٣ : مقياس سافير سيمبسون للأضرار المحتملة:

مقياس فوجيتا للأعاصير			
الدرجة	الوصف	سرعة الرياح كم/ساعة	الآثار والعواقب
0	إعصار خفيف	115-64	تلف طفيف في الموجودات، تكسر أغصان الأشجار الكبيرة واقتلاع الصغيرة، اقتلاع علامات الطرق
1	إعصار معتدل	180-116	إقتلاع سقوف المنازل الريفية الصغيرة، إنقلاب الكرافانات، إزاحة السيارات من الطرق
2	إعصار قوي	252-181	نفس التأثيرات السابقة يضاف اليها إقتلاع الأشجار الكبيرة، تطاير الأجسام الصغيرة وتحولها الى قذائف خطرة
3	إعصار شديد	331-253	إقتلاع سقوف أغلب المنازل الكبيرة والأشجار الكبيرة، إنقلاب القطارات والسيارات
4	إعصار مدمر	418-332	تدمير المباني الكبيرة وتطاير السيارات والأجسام لمسافات وتحولها الى قذائف خطرة تصيب البشر والمباني الأخرى
5	إعصار غير معقول	511-419	تدمير المباني الكبيرة وتطاير السيارات والأجسام لمئات الأمتار وتحولها الى قذائف خطرة تصيب البشر والمباني الأخرى وتضرر المباني الكونكريتية
6	إعصار خارق	609-512	لم تصل الرياح لمثل هذه السرع من قبل، ولو وصلت فيكون التدمير شامل لكل شئ تقريباً

جدول ٤: مقياس فوجيتا للأعاصير

المراجـــع

1. R. R. Kelkar, 2007: Satellite Meteorology , BS Publications Hyderabad, India, ISBN : 978-817800-137-1.
2. Fett R. W., 1964, Aspects of hurricane structure and new model considerations suggested by TIROS and Project Mercury observations , Man. Wea. Rev., 92, 43-60.
3. http://apollo.lsc.vsc.edu/classes/met130 /notes /chapter15 / anatomy.html
4. http://www.oas.org/CDMP/document/forecast/forecast.htm
5. https://earthobservatory.nasa.gov/