ঘূর্ণিঝড় হামুনঃ গতিপথ ও তীব্রতা নির্ণয়ে বিডব্লিউওটি এর সীমাবদ্ধতা এবং আবহাওয়া পর্যবেক্ষক অন্যান্য দলসমূহের সাথে তুলনামূলক পর্যালোচনা

লেখকঃ খালিদ হোসেন[ক,খ], মশিয়ার হোসেন জনি[ক], সোহানা খাতুন[ক,গ]

[ক] বাংলাদেশ ওয়েদার অবজারভেশন টিম, বিডব্লিউওটি
[খ] বাংলাদেশ প্রকৌশল বিশ্ববিদ্যালয়, বুয়েট
[গ] ঢাকা বিশ্ববিদ্যালয়

সারাংশ
ট্রপিকাল সাইক্লোনসমুহের তীব্রতা ও গতিপথ নির্ণয়ে সর্বদাই সীমাবদ্ধতা থাকে। নিউমেরিকাল মডেলসমূহ, ঐতিহাসিক ও পারিসাংখ্যিক পদ্ধতিসমূহ ব্যবহার করে এই সমস্যাসমূহ নির্ধারণ করা হয়। এখানে ঘূর্ণিঝড় হামুন এর গতিপথ ও তীব্রতা নির্ণয়ে ‘বাংলাদেশ ওয়েদার অবজারভেশন টিম’ (বিডব্লিউওটি) এর সফলতা ও ব্যার্থতা নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে। সাথে সাথে কেন এই দলটি ব্যর্থ হল তার ব্যাখা দেয়া হয়েছে। সাথে সাথে অন্যান্য এজেন্সিগুলার সাথে তুলনামূলক পর্যালোচনা করা হয়েছে।

ভূমিকা
প্রাকৃতিক দূর্যোগসমূহের সাথে মানুষ একেবারে শুরুর দিক থেকে পরিচিত। সভ্যতাগুলোর উত্থান-পতনে এই দূর্যোগগুলোর প্রভাব রয়েছে বহুগুণে। ঘূর্ণিঝড় বা সাইক্লোন এই দূর্যোগগুলোর একটি। বঙ্গোপসাগর পৃথিবীর অন্যতম একটি ব্যস্ত ক্রান্তীয় সাগর, যা ভারত মহাসাগরের একটি অংশ। এর চতুর্দিকে শ্রীলঙ্কা, ভারত, বাংলাদেশ, মায়ানমার ও থাইল্যান্ড এর মত দেশগুলো অবস্থিত। এ উপসাগরটি ট্রপিকাল সাইক্লোন তৈরী হওয়ার জন্য একটি উপযুক্ত এলাকা। সাধারণত প্রাক-বর্ষাকাল (pre monsoon, April to May) ও বর্ষাকাল-পরবর্তী (post monsoon, October November, sometimes in December) এই দুই সময়ে এই অঞ্চলে শক্তিশালী ঘূর্ণিঝড় হতে দেখা যায়। ঘূর্ণিঝড় তৈরী হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় প্যারামিটারসমূহ এই সময়ে সাগরে উপস্থিত থাকে। গ্রে প্রমুখরা[১] ছয়টি প্যারামিটারের উপস্থিতিকে দায়ী করেছেন। ঘূর্ণিঝড় মোখা বিষয়ে বিডব্লিউওটি এর ওয়েবসাইটে প্রকাশিত একটি আর্টিকেলে[২] এই ছয়টি প্যারামিটার সম্পর্কে ব্যাখা করা হয়েছে।

ঘূর্ণিঝড় একটি মহাবিপর্যয়কর দূর্যোগের নাম। ঘূর্ণিঝড়ের তীব্রতা দুইভাবে নির্ধারণ করা যেতে পারে। একটি হল বৃষ্টিপাতের তীব্রতা, অন্যটি এর কৌনিক ও রৈখিক গতিশক্তি। বৃষ্টিপাতের তীব্রতা নির্ণয়ের জন্য আটটি প্রতিবন্ধকতা এলেক্স প্রমুখরা[৩] নির্ধারণ করেছেন। তা হল,

গতিবিধি (Movement): ধীরগতিসম্পন্ন ঝড় অধিক বৃষ্টিপাত ঘটাতে পারে এবং ঝড়ের গতিপথ এই বৃষ্টিপাতের অঞ্চল নির্ধারণে সহায়তা করে। বৃষ্টিপাতের সম্ভাবনাযুক্ত এই অঞ্চলসমূহকে ‘বিডব্লিউওটি’ বৃষ্টিবলয় হিসেবে নামকরণ করে থাকে[৪]।
ঝড়ের আকার (Storm size): ঝড়ের আকার যত বড় হবে এটি তত বেশী বৃষ্টি ঝরাতে পারে। উদাহরণস্বরুপ বলা যায়, একই গতিসম্পন্ন দুটি ঝড়ের ক্ষেত্রে বড় আকারের ঝড় বেশী ও বিস্তৃত এলাকা জুড়ে বৃষ্টিপাত ঘটাতে সক্ষম।
স্থানবিবরণ (Topography): পাহাড়ি উপরি-ঢাল (up-slope) এলাকায় বেশি বৃষ্টিপাত ঘটায় ক্রান্তীয় ঝড়সমূহ, তবে এটি পাহাড়ের অপর পাশে (ঢালু-spine) বেশী বৃষ্টিপাত ঘটাতে পারেনা।
আর্দ্রতা (Moisture): একটি ঝড় যত বেশী আর্দ্র বাতাসকে ঘনীভূত করতে পারবে, বৃষ্টিপাতের তীব্রতা তত বাড়বে।
অস্থিরতা (Instability): বায়ুর অস্থিরতা যত বেশী বৃষ্টিপাত তত বেশী

দৈনিক চক্র (Diurnal Cycle): দিনের বেলায় বাইরের ব্যান্ড এ বৃষ্টির পরিমাণ বেশী, উল্লেখ্য সেন্টারের আশেপাশে বৃষ্টিপাতের তীব্রতা সর্বদাই বেশী।
উলম্ব বায়ুর গতিপার্থক্য (Vertical Wind Shear): বায়ুশিয়ার যত কম হবে তত বেশী তীব্রতার বৃষ্টিপাত হবে।
অন্যান্য (Others Interaction): এছাড়া জেট স্ট্রিম, ট্রাফ , ফ্রন্ট ইত্যাদির সাথে ইন্টার-একশনের (অন্ত্যক্রিয়া) কারনেও বৃষ্টিপাতের তীব্রতা বাড়তে পারে।

এই আর্টিকেলের ২.১ অনুচ্ছেদে গতিশক্তি নির্ধারণের সীমাবদ্ধতা, ২.২ অনুচ্ছেদে গতিপথ নির্ণয়ের সীমাবদ্ধতা নিয়ে আলোচনা করা হয়েছে। ৩ অনুচ্ছেদে আলোচনা করা হয়েছে ঘূর্ণিঝড় ট্রাকিং এ বিডব্লিউওটি এর গতিপথ নির্ণয় পদ্ধতি ও হামুন সম্পর্কিত সম্পূরক আলোচনা। ৪ অনুচ্ছেদে হামুন ট্রাকিং এ অন্যান্য এজেন্সিগুলোর সাথে 'বিডব্লিউওটি' এর তুলনামূলক পর্যালোচনা করা হয়েছে।

২.১ গতিশক্তিভিত্তিক তীব্রতা নির্ধারণের সীমাবদ্ধতা

'ডিভোরাক'[৫] পদ্ধতিতে সাধারণত সাইক্লোনের গতিশক্তি তথা বাতাসের গতিশক্তি মাপা হয়। যেহেতু সাইক্লোন সেন্টারে ওয়েদার বেলুন বা ড্রোন বা এনিমোমিটার ব্যবহার করা সম্ভব হয়না, তাই স্যাটেলাইট ইমেইজ ব্যবহার করে 'ডিভোরাক' পদ্ধতিতে এই ইন্টেনসিটি নির্ধারণ করা হয়। কিন্ত এটি একটি তাৎক্ষনিক তীব্রতা মাপার পদ্ধতি, ছয়ঘন্টা পরে বা ১২ ঘন্টা পরে তীব্রতা কিরূপ হবে তা নির্ধারণ করতে পারেনা। কয়েকটি পাঠের গড়ের উপর ধারনা করে (এস্টিমেশন) পরবর্তীতে কিরুপ গতিসম্পন্ন হবে তা বলা যেতে পারে। যদিও পরবর্তীতে আবহাওয়া প্রভাবকগুলোর সাথে ঘূর্ণিঝড় এর নিয়ন্ত্রক প্রভাবকসমুহের ইন্টারএকশন এর ফলে তীব্রতার পরিবর্তন হতে পারে, যেমন জেট স্ট্রিম ও বায়ুশিয়ারের প্রভাব, সমূদ্রে বিদ্যমান গরম পানি থেকে আহরিত শক্তি, ল্যান্ড ইন্টার‍্যাকশন ইত্যাদি ইত্যাদি। এর সাথে সাথে সমূদ্রে অবস্থানকালকেও বিবেচনায় নিতে হয়। এই কাজগুলো ম্যানুয়াল অবজারভেশনে অথবা নিউমেরিকাল মডেলের সাহায্যে সম্পাদন করা হয়। মডেলগুলো ৬ ঘন্টা পর পর রান করা হয় বলে এই সময়ের মধ্যে কোন পরিবর্তন হলে সে ধরতে পারেনা।[৬]

২.২ গতিপথ নির্ণয়ে সীমাবদ্ধতা

গতিপথ নির্ধারণের ক্ষেত্রেও ২.১ এর সীমাবদ্ধতাগুলোকে বিবেচনায় নিতে হয়। গতিপথের উপর সবচেয়ে বেশী প্রভাব রাখে জেটস্ট্রিম, সাবট্রপিকাল রিজ এবং ফ্রন্ট ও ট্রাফের অবস্থান। তবে যদি একটি সাইক্লোন এর আশেপাশে মোডারেট দুরত্বে(<১৪০০km) অন্য কোন সাইক্লোন বা সিস্টেম থাকে তবে সেটি এর গতিপথ ও তীব্রতার উপর উল্লেখযোগ্য প্রভাব তৈরী করে যাকে 'ফুজিয়ারা প্রভাব' বলা হয়ে থাকে।

৩ বিডব্লিউওটি এর ঘূর্নিঝড় পর্যবেক্ষণ ও হামুন

'বিডব্লিউওটি' প্রাক বর্ষাকাল (pre-monsoon) ও বর্ষা-পরবর্তীকালে (post monsoon) সাগরে উপস্থিত মেটেওরোলজিকাল প্যারামিটার সমুহ পর্যবেক্ষণে বিশেষ মনোযোগ দেয়। এই প্যারামিটারসমূহের উপস্থিতি ও তার পরিমাণণ নিয়ে নিয়মিত আলোচনা ও সাপ্তাহিক সভাসমুহে তা বিশেষভাবে আলোচনার জন্য পেশ করা হয়। গ্রে[১] উল্লেখিত প্যারামিটারসমূহ তথা রিলেটিভ ভর্টিসিটি, বায়ু শিয়ার, কোরিওলিস ফোর্স, সমূদ্রের তাপীয় শক্তি, জলীয়বাষ্পের অস্থিতিশীলতা এবং আপেক্ষিক আর্দ্রতা বিশেষ দৃষ্টি সহকারে অবলোকন করা হয়। বিভিন্ন মেটেওরোলজিকাল সংস্থা এসবের পূর্বাভাস করে থাকে। সেখান থেকে এই প্যারামিটারগুলোর বর্তমান পরিমাণণ এবং ভবিষ্যতে তা কিরূপে পরিবর্তিত হতে পারে তা লক্ষ্য করা হয়। যেসময়ে এই সবগুলো প্যারামিটার একই সাথে উপস্থিত দেখতে পাওয়া যায় সেইসময় একটি সিস্টেম তৈরী হওয়ার সর্বোচ্চ সম্ভাবনা প্রকাশ করা হয়। অতঃপর কেলভিন ওয়েভ, রসভি ওয়েভ এবং এমজেওকে দেখা হয় এটা ভর্টিসিটিকে কিভাবে প্রভাবিত করে। যদি উক্ত প্যারামিটারসমুহের পাশাপাশি কেলভিন-রসভি ইন্টারএকশন পাওয়া যায় তখন সাইক্লোন তৈরীর ঘূর্ণাবর্ত তথা সিস্টেম তৈরী এক প্রকার নিশ্চিত বলে প্রকাশ করা হয়।

একটি সিস্টেম তৈরি হয়ে গেলে এর পর চ্যালেঞ্জ থাকে এটির গতিপথ ও তীব্রতা নির্ধারণের ক্ষেত্রে। সেক্ষেত্রে ফুজিয়ারা প্রভাব, সাবট্রপিকাল রিজ এর অবস্থান, জেট স্ট্রিম এর প্রভাব, ওয়েস্টার্ণ ডিস্টারবেন্সের অবস্থান, ভূমিকম্প ও সুনামি, জোয়ার ভাটার অবস্থান, ফ্রন্ট ট্রাফের অবস্থান ইত্যাদিকে বিবেচনায় নেওয়া হয়। এসব নিয়ে অতি সংক্ষিপ্ত আলোচনা খালিদ হোসেন[২] ব্যাখ্যা করেছেন। এই ঘটনাসমূহ বিবেচনা

করেই ‘বিডব্লিউওটি’ সাইক্লোনের গতিপথ ও তীব্রতা নির্ধারণ করে থাকে। এক্ষেত্রে তারা কম্পিউটার মডেলগুলোকেও নিয়মিত পর্যবেক্ষণে রাখে।

হামুন পর্যবেক্ষণঃ হামুন পর্যবেক্ষণে ‘বিডব্লিউওটি’ টিম আবহাওয়া প্যারামিটারের ফোরকাস্টসমূহ বিভিন্ন পর্যবেক্ষণ সংস্থাসমূহ থেকে সংগ্রহ করে এবং এর ভিত্তিতে সর্বপ্রথম ১৬-১০-২০২৩ ইং তারিখে প্রথম সম্ভাবনা প্রকাশ করে (ইমেইজ-১) যে একটি সিস্টেম তৈরী হতে যাচ্ছে এবং তা গভীর নিম্নচাপে পরিণত হতে পারে।

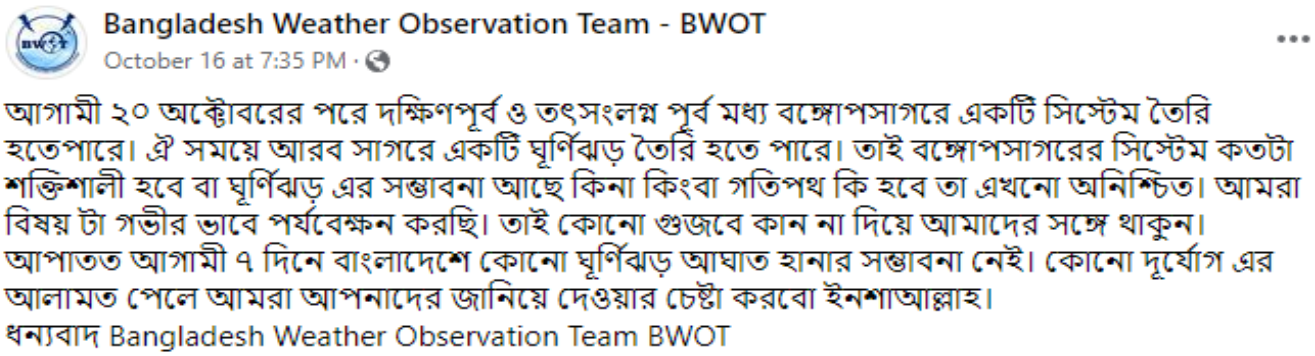


Figure ১: ঘূর্ণিবাত্যা তৈরী হওয়ার পূর্ভাভাস

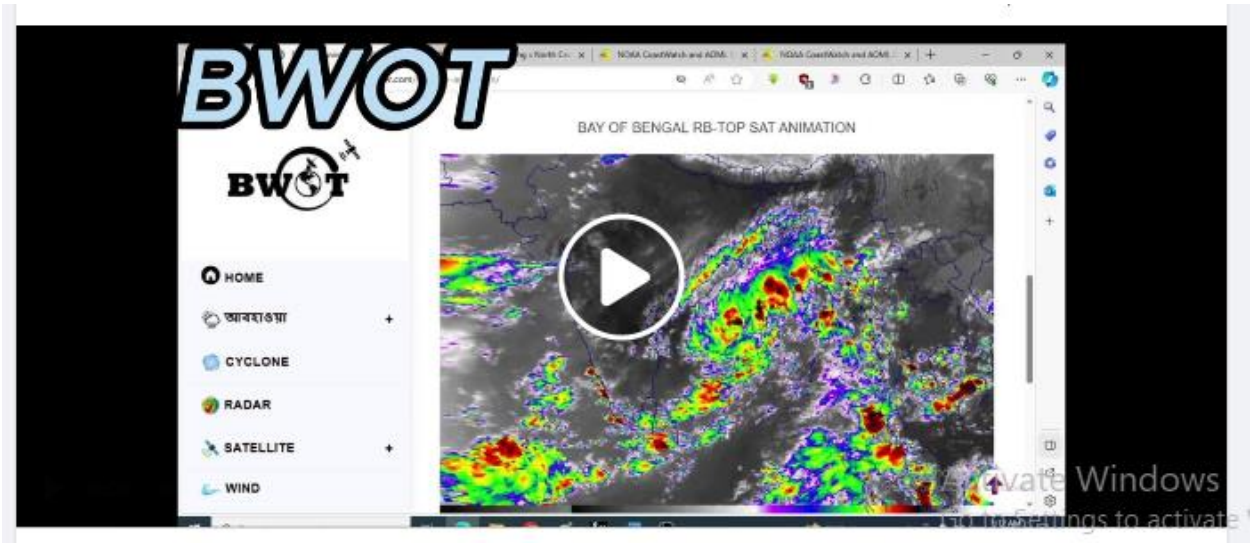


Figure ২: ভিডিও বার্তায় 'হামুন' এর পূর্ভাভাস

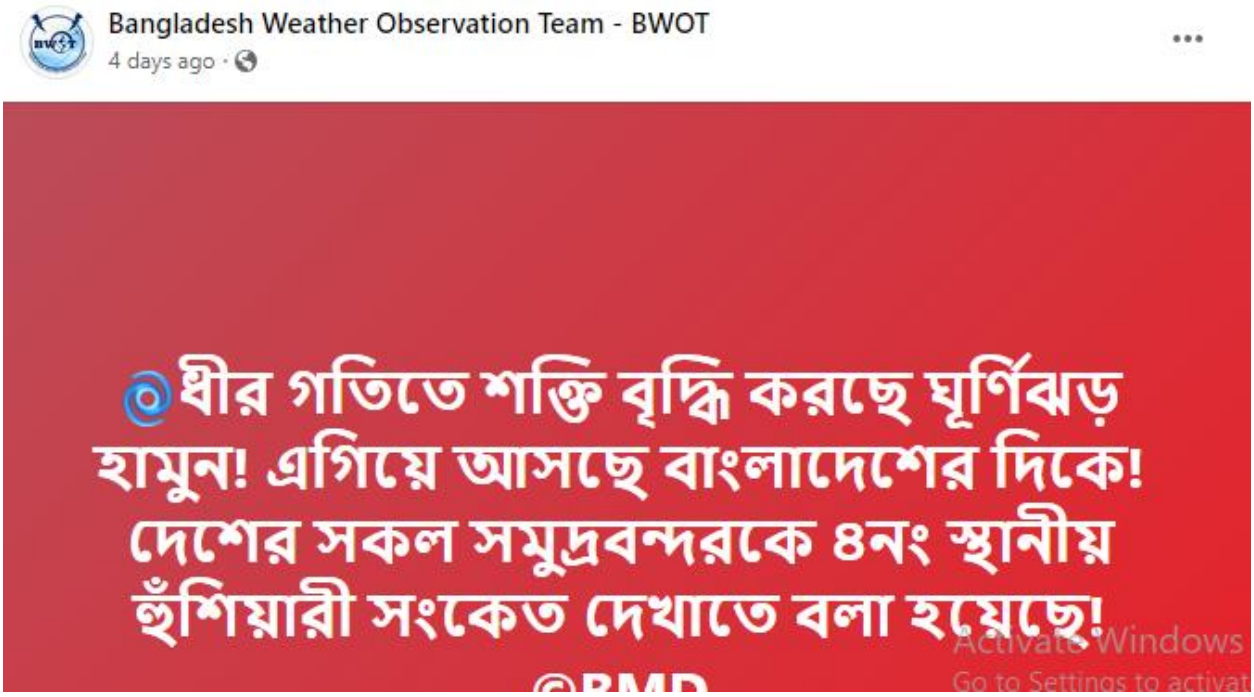


Figure ৩: শক্তি বৃদ্ধি সংক্রান্ত আলোচনা

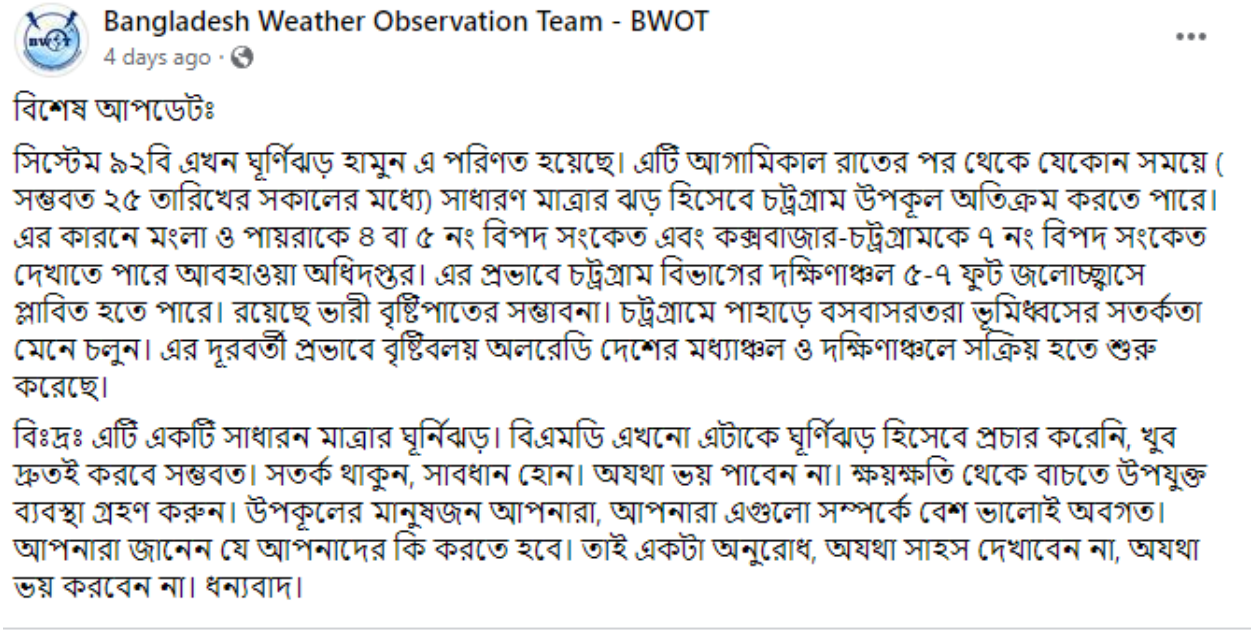


Figure ৪: সুস্পষ্ট সতর্কতাসহ 'হামুন'আপডেট

এর পর থেকে এই সম্ভাবনাকে অবজারভেশনে রাখে এবং বেশ কয়েকবার ওয়েব সাইট[৭] ও ফেসবুক পেইজে তা আপলোড করা হয়। অতঃপর একটি ভিডিও বার্তার[৮] মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় যে সিস্টেমটি একটি সাধারণ ঘূর্ণিঝড়ে রূপ নিতে পারে (ইমেইজ-২)। একই সাথে

কয়েক ঘন্টা পর পর লিখিত বিজ্ঞপ্তি আকারে সম্ভাবনা গুলোকে ডিজিটাল প্লাটফরমসমূহ থেকে প্রকাশ করা শুরু হয়। ২৩ তারিখে কয়েকটি ফেসবুক পোস্ট (ইমেইজ-৩) এর মাধ্যমে দাবি করা হয় যে, ঘূর্ণিঝড় হামুন ধীরে ধীরে শক্তি বৃদ্ধি করছে তবে তা দূর্বল ঘূর্ণিঝড় হয়ে ২৪ তারিখ রাত নাগাদ উপকূল অতিক্রম করা শুরু করতে পারে। একইসাথে আরো সম্ভাবনা প্রকাশ করা হয় যে বাংলাদেশের সংকেত অনুযায়ী, ঘূর্ণিঝড় এর তীব্রতা ও উপকূল অতিক্রম এর স্থান বিবেচনায় চট্রগ্রাম ও কক্সবাজার সমূদ্র বন্দরকে ৭ নং বিপদ সংকেত এবং মংলা ও পায়রাকে ৫ নং বিপদ সংকেতের অধীনে রাখা হতে পারে। (ইমেইজ-৪) বিএমডি এই সংকেত দেখাতে বলে সমূদ্র বন্দরসমূহকে।[৯]

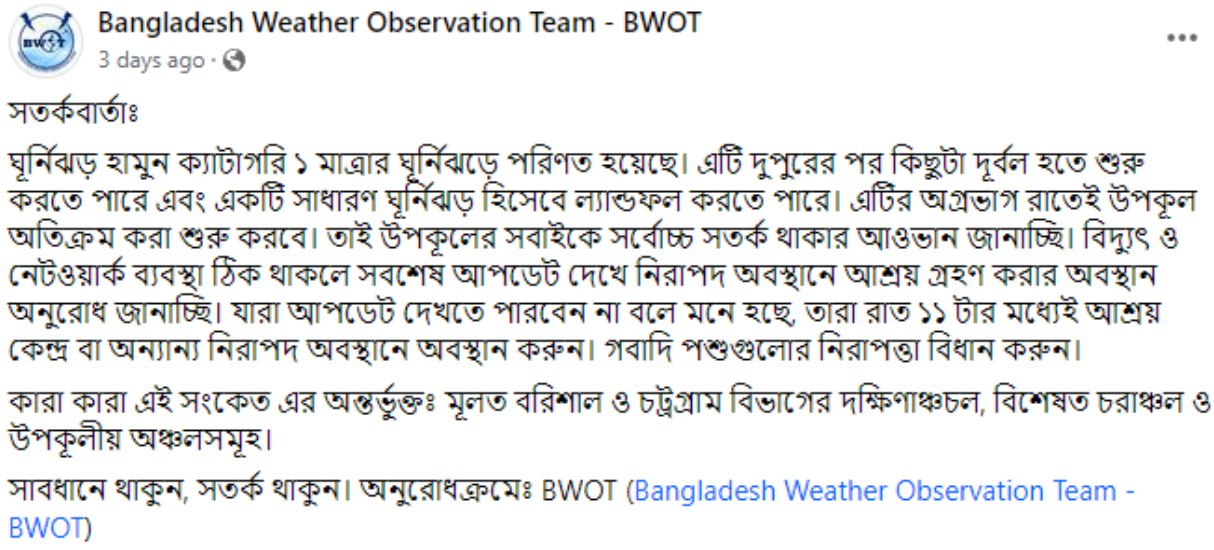


Figure ৫: রাতেই ল্যান্ড ফল করার কথা উল্লেখ করা হয়

২৪ তারিখে বার কয়েক ফেসবুক পোস্টের মাধ্যমে(ইমেইজ-৫) একই ধরনের সম্ভাবনা প্রকাশ করা হলেও উপকূল অতিক্রমের সময় মধ্যরাত বলা হয়। তবে সন্ধ্যার দিকে এসে একটা লাইভে বলা হয়[১০] ঘূর্ণিঝড় এর এক্সাক্টলি ল্যান্ডফল কুতুবদিয়া-মহেশখালীর উপর দিয়ে হবে এবং তীব্রতা কিছুটা বৃদ্ধিসহই আঘাত করবে (ইমেইজ-১৮) । লাইভ শেষেই 'বিডব্লিউওটি' বুঝতে পারে সন্ধ্যা ৭ টার দিকেই এটি ল্যান্ডফল করতে পারে এবং তা ১০০ কি.মি. প্রতি ঘন্টার চেয়ে বেশী বেগে আঘাত করতে পারে। ফেসবুকে এটাকে মহাবিপদ সংকেত ১০ এর তুলনা করে কক্সবাজারকে রেড এলার্ট দিতে থাকে আমাদের পর্যবেক্ষক টিম (ইমেইজ ৬,৭,৮)। সাথে সাথে চট্রগ্রামকে সাবধান থাকতে বলা হয়। প্রতি মুহূর্তে সবাইকে নিরাপদ অবস্থান গ্রহণ করার জন্য অনুরোধ করা হয়। পোস্টগুলো মুহূর্তেই ভাইরাল হয় এবং বহু মানুষ নিরাপদ আশ্রয় গ্রহণ করা শুরু করে, এবং ফোন কল, মেসেজ ও কমেন্টের মাধ্যমে লোকজন প্রয়োজনীয় পরামর্শ চায়।
উল্লেখ্য সাইক্লোন ল্যান্ডফলের চার পাঁচদিন আগে থেকে ল্যান্ডফলের সম্ভাব্য সময়সীমা বলা হয় ২৫ তারিখ দুপুর (ইমেইজ-৯)। ২৪ তারিখ রাতের কথা বলা শুরু হয় ল্যান্ডফলের মাত্র এক দিন আগে থেকে (ইমেইজ- ৪).

কেন 'বিডব্লিউওটি' টিমকে বারংবার আপডেটেড হতে হলঃ
মূলত আরব সাগরে উৎপন্ন ঘূর্ণিঝড় 'তেজ'[১১] এর কারনে আপডেটে বারংবার চেইঞ্জ আনতে হয়েছে। শুরুতে টিম ভেবেছিল ফুজিয়ারা ইফেক্টের কারনে বঙ্গোপসাগরের সিস্টেমটি স্লো মুভ করবে। 'তেজ' নিয়ে তাদের কোন অবজারভেশন ছিলনা, কেবল গ্লোবাল মডেলসমুহের উপরে আস্থা রেখেছিল। 'তেজ' খুব দ্রুত নিম্নচাপে পরিণত হয়ে বিলুপ্ত হয়ে গেলে পশ্চিমা ঝঞ্জা (ওয়েস্টার্ণ ডিস্টার্বেন্স) এর কারনে জেট বায়ু ২০-২১ ডিগ্রীতে নেমে এসে সাইক্লোনের স্টিয়ারিং নিয়ে নেয় এবং একে দ্রূত গতিসম্পন্ন করে। এই সময় সাবট্রপিকাল রিজ কোন কার্যকর ভূমিকা

নিতে পারেনি। ফলে সাইক্লোনটি কিছুটা দূর্বল হওয়ার যে আপডেট ‘বিডব্লিউওটি’ দিচ্ছিল দূর্বল হওয়ার সেই সময়টুকু ‘হামুন’ পায়নি এবং এর স্লো মুভমেন্ট এর সম্ভাবনাও নষ্ট হয়ে খুব দ্রুততার সাথে উপকূলের দিকে ছুটে চলে। এই ছুটে চলার কারনে এটি অতিরিক্ত ময়েশ্চার কালেক্ট না করতে পারায় অনুমানের চেয়ে অনেক কম বৃষ্টি ঝড়ায়।

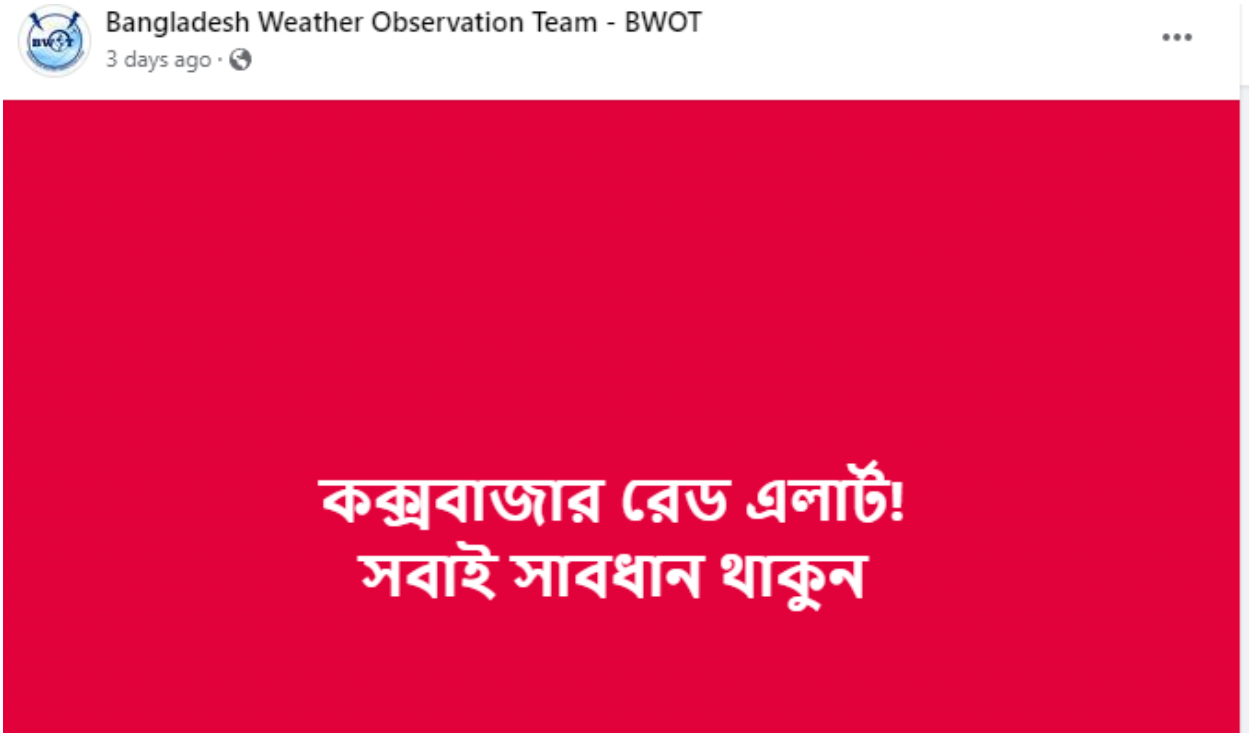


Figure ৬: রেড এলার্ট ১

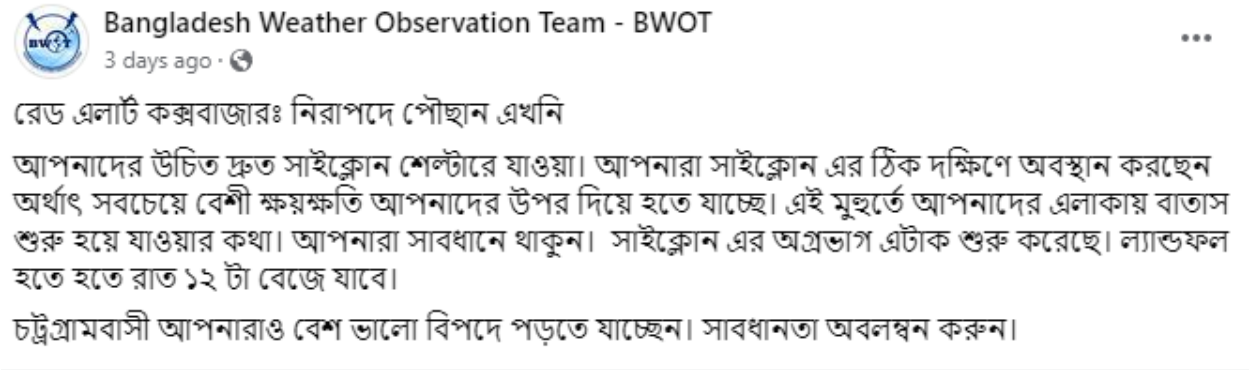


Figure ৭: রেড এলার্ট ২

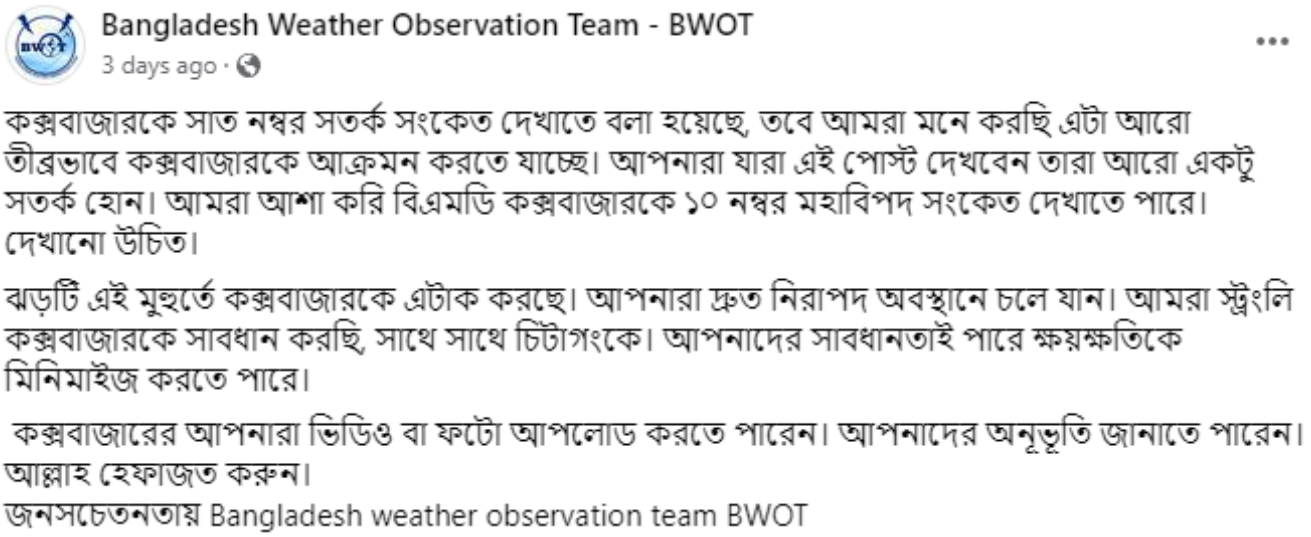


Figure ৮: রেড এলার্ট,৩

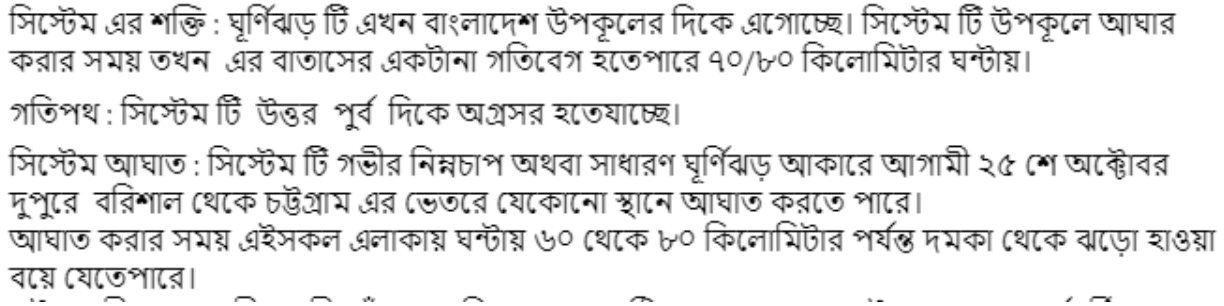


Figure ৯: ল্যান্ডফল এর প্রাথমিক সময় নির্ধারণ

শক্তি বাড়ায় আউটফ্লো দ্রুত হয় এবং রেডিয়াস ছোট হয়ে যায়, অতিরিক্ত ময়েশ্চার কালেক্টের সময় না থাকায় বাইরের ব্যান্ড সংকুচিত হয়ে আসে। দ্রুতগতিতার কারনে এটি ল্যান্ডে মাত্র দের থেকে দু ঘন্টা ধ্বংসযজ্ঞ চালাতে সক্ষম হয় এবং অতি অল্পসময়ে পার্বত্য চট্টগ্রামের উপর দিয়ে মিজোরামের দিকে গিয়ে দূর্বল হয়ে যায়। ফলে তীব্র গতি নিয়ে এলেও সামান্য সময়ের মধ্যে আল্লাহর রহমতে খুবই কম ধ্বংসযজ্ঞ চালায়। তবে এই ধ্বংসযজ্ঞও খুবই মারাত্মক। ২৬-১০-২০২৩ তারিখ সকাল পর্যন্ত প্রাপ্ত তথ্যের ভিত্তিতে ধ্বংসযজ্ঞের একটি চিত্র টেবিল-১ এ উল্লেখ করা হল।

টেবিল-১: ঘূর্ণিঝড় হামুন এ ক্ষয়ক্ষতির প্রাথমিক চিত্র

স্থানের নাম	মৃত্যু	আহত	ধ্বংসপ্রাপ্ত বাড়ীঘর এর সংখ্যা	ক্ষতিগ্রস্থ মানুষের সংখ্যা	পত্রিকার নাম [১২]
চট্টগ্রাম	৩	৮৫ জন (বাঁশখালিতে)	৫০০০ টি (বাঁশখালিতে)		নয়াদিগন্ত, প্রথম আলো, দেশ-রুপান্তর, সমকাল, বাংলা নিউজ২৪
কক্সবাজার	৩	৩০জন (কুতুবদিয়া)	৪২৯৫৯ টি	৪৭৬৫৪৯ জন	

মূলত ঘূর্ণিঝড় ‘তেজ’কে গুরুত্ব সহকারে না দেখায় শুরুর দিকে ‘বিডব্লিওটি’ এর ল্যান্ডফলের স্থান ও তীব্রতাকে বুঝতে পারেনি। তবে খুব দ্রুত তারা ধরতে পারে এবং তা প্রচার করতে থাকে। ঘূর্ণিঝড় এর দ্রুত শক্তি বৃদ্ধির আরো কয়েকটি কারন টিম ‘বিডব্লিউওটি’ নির্ণয় করতে পেরেছে। পূর্বে সাগরে উপস্থিত তীব্রতা বৃদ্ধিসহায়ক প্যারামিটার সমূহের মান ছিল, (i) সমুদ্রপৃষ্ঠের তাপমাত্রা- ২৯ থেকে ৩০ ডিগ্রী সেলসিয়াস, ২৬ ডিগ্রী তাপমাত্রা গভীরতাও মোটামুটি ছিল (ii) তাপীয় শক্তি ছিল ৬০-৮০কিলোজুল প্রতি বর্গ সেন্টিমিটার এবং (iii) নিম্ন উলম্বীয় বায়ুর

গতি পার্থক্য বা বায়ু শিয়ার- ৫-১৫ নটিকাল মাইল (ইমেইজ- ১০,১১,১২,১৩) যা একটি মোটামুটি মানের সাধারণ ঘূর্ণিঝড়ের সম্ভাবনা প্রকাশ করে। তবে ঘূর্ণিঝড় 'তেজ' বিলুপ্ত হওয়ার সাথে সাথে আরো কয়েকটি প্যারামিটারের স্ট্রং উপস্থিতি দেখা যায়।

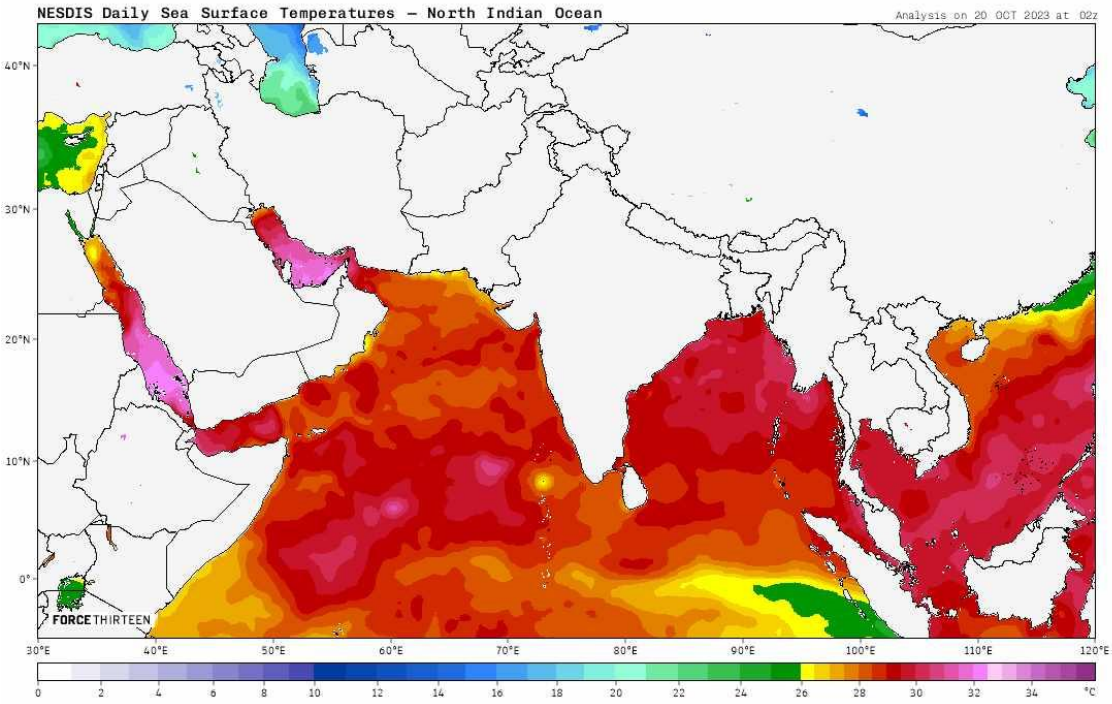


Figure ১০: তাপমাত্রা (২০-১০-২০২৩)

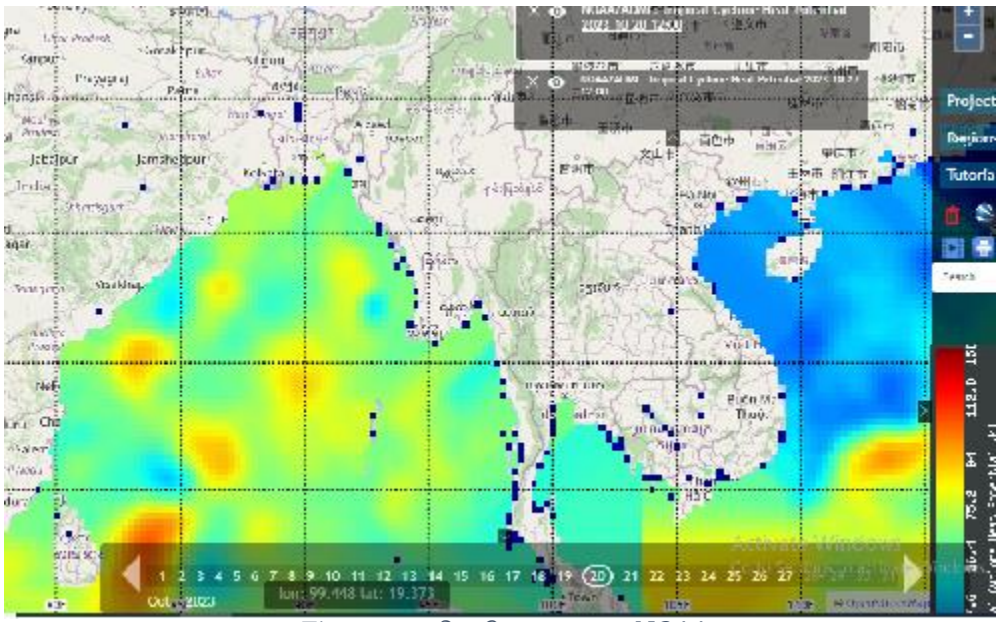


Figure ১১: তাপীয় শক্তি (২০-১০-২০২৩)-NOAA

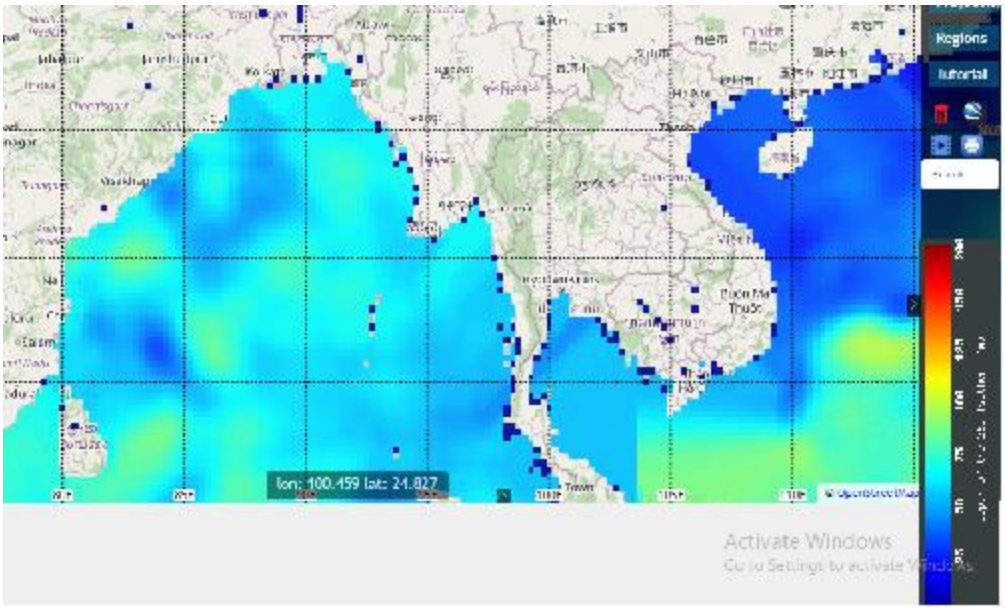


Figure ১২: যে গভীরতা পর্যন্ত ২৬ ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা পাওয়া যায় (২০-১০-২০২৩)-NOAA

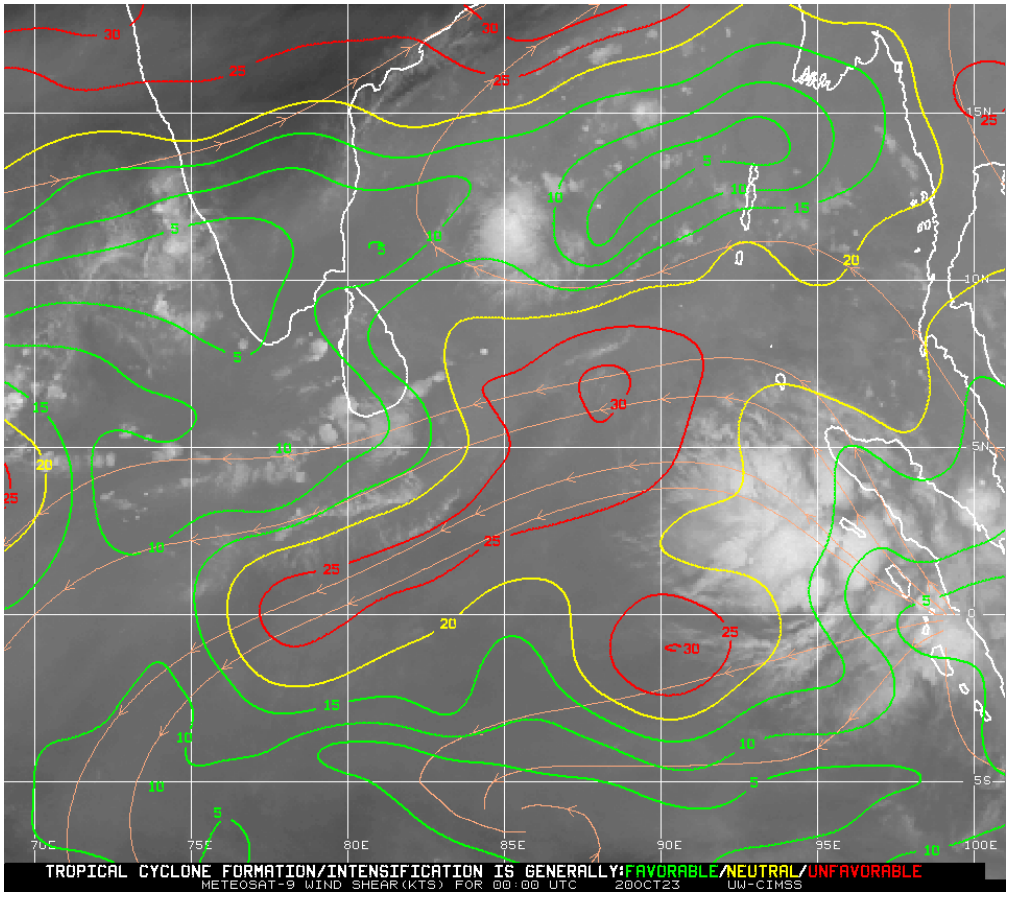


Figure ১৩: বায়ু শিয়ার (২০-১০-২০২৩), METEOSAT

(ক) হটাৎ ২০০ মিলিবার লেভেলে ঋণাত্মক ভেলোসিটি পটেনশিয়াল এর বৃদ্ধি (Sudden growth of ২০০ HPA Negative Velocity Potential (Divergent Flow) over North & NW BOB) যা ডাইভারজেন্স ফ্লো হিসেবে পরিচিত। অর্থাৎ আউটফ্লো বাড়ানো (ইমেইজ-১৪)

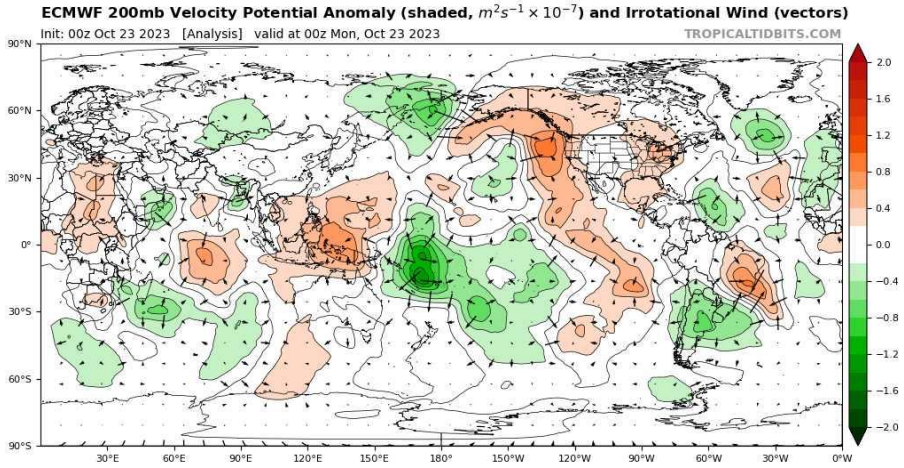


Figure ১৪:Figure ১৪: ২০০ মিলিবার নেগেটিভ ভেলোসিটি পটেনশিয়াল এনোমালি

(খ) ৮৫০ থেকে ৭০০ মিলিবার লেভেলে শুষ্ক বায়ু প্রবেশে বাধার সৃষ্টি হওয়া (Blockage of Dry Air intrusion at lowar mid-level,৮৫০-৭০০hpa) (ইমেইজ-১৫)

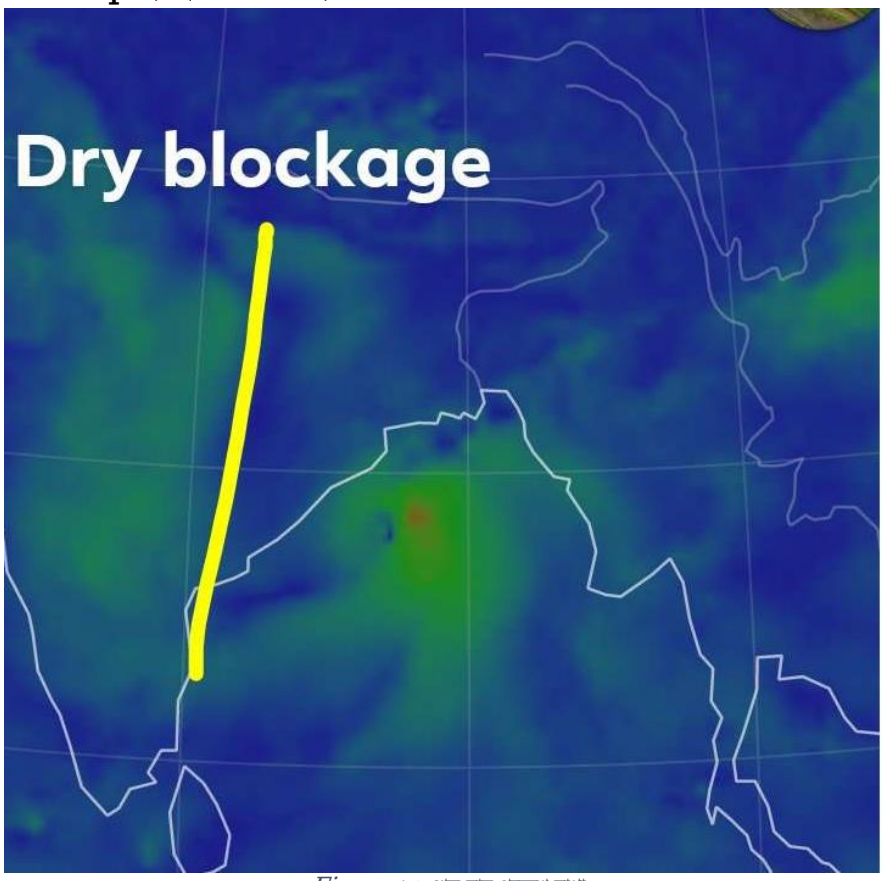


Figure ১৫: শুষ্ক বায়ু প্রবেশে বাধা

(গ) আউটফ্লো এর অস্বাভাবিক বৃদ্ধির ফলে উলম্বীয় বায়ুর গতিপার্থক্য কমে যাওয়া (Boost up outflow into robust strength that caused offsetting the increased Vertical Shear over north Bay(minimizing shear effect).) (ইমেইজ-১৬)

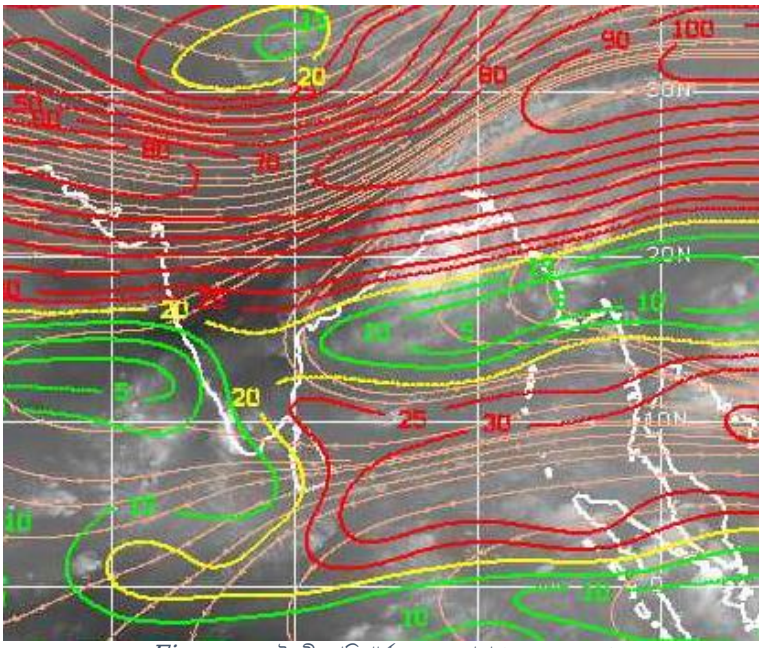


Figure ১৬: উলম্বীয় গতিপার্থক্য কমে আসা (২৩-১০-২০২৩)

(ঘ) ভারতের উপর ২০০ মিলিবার লেভেলে TUTT তথা Tropical upper tropospheric trough এর কারনে মেরুমুখী (poleward) আউটফ্লো বৃদ্ধি পাওয়া (ইমেইজ-১৭)

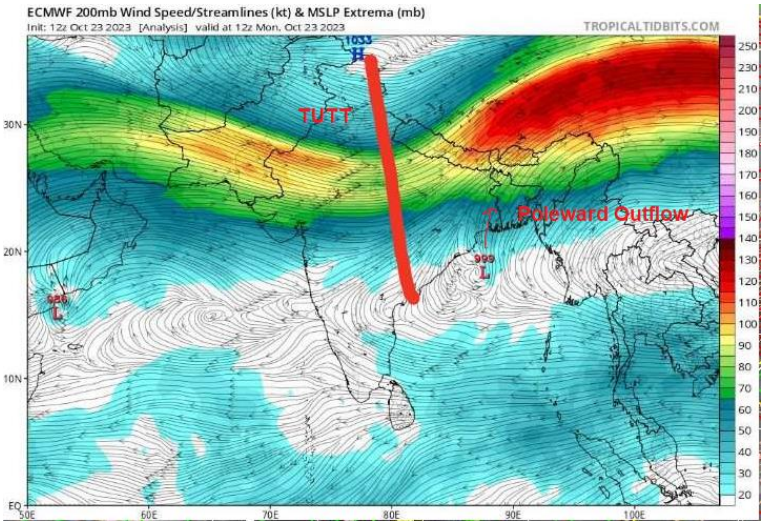


Figure ১৭: ২০০ মিলিবার লেভেলে TUTT এবং সাইক্লোন এর এর আউটফ্লো এর মেরুমুখী চলন

তবে এক্ষেত্রে একটা কথা উল্লেখ্য যে, ঘূর্ণিঝড় কে ১০০% নিশ্চয়তার সাথে অনেক দূর সময় পর্যন্ত ফোরকাস্ট করা যায়না। এতে অনিশ্চয়তা থাকবেই। সেকারনে একটা সময় পর্যন্ত এটি মিললেও, ১২-২৪ ঘন্টা পর একুরেসি নষ্ট হতে থাকে। সেক্ষেত্রে আপডেটেট হতেই হবে। এবং বিডব্লিউওটি সবচেয়ে বেশী আপডেটেড ছিল। এই আর্টিকেলে তুলনাগুলো মূলত দুটি কারনে করা হচ্ছে, একটি হল আগের ঘূর্ণিঝড়গুলোতে টিমের একুরেসি বেশী ছিল, যা এইবারের ক্ষেত্রে একটু কমে যায়। দ্বিতীয়টি হল, আগের সাইক্লোন গুলোতে তীব্রতা বৃদ্ধির ধরন ও সর্বোচ্চ ইন্টেনসিটিকে অনেক আগে থেকেই টিম বলতে পারলেও এবারে মাত্র ২৪ ঘন্টা আগে থেকে মোটামুটি অনুমান করতে পেরেছে।

৪ হামুন ট্রাকিং এ অন্যান্য এজেন্সি এর সাথে বিডব্লিউওটি এর তুলনামূলক পর্যালোচনা

এই সাইক্লোন নির্ণয়ে ‘বিডব্লিউওটি’ যতটা আপডেটেড ছিল অন্য কোন সংস্থা এতটা আপডেটেড ছিলনা। একুরেসির দিক থেকেও ‘বিডব্লিউওটি’ এই অঞ্চলে সেরা সাফল্য ধরে রেখেছে।’ বিডব্লিউওটি’র চেয়ে অন্যান্য সংস্থার একুরেসি অনেক কম ছিল এবং তাদের আপডেট গুলো এত বেশী চেঞ্জ হচ্ছিল যে যা চোখে পড়ার মত। বিএমডি কে আমরা এখানে তুলনায় নিচ্ছিনা। এই অঞ্চলের বিখ্যাত পর্যবেক্ষক সংস্থা ‘আইএমডি’ এবং আরেকটি সংস্থা জেটিডব্লিউসি (Joint Typhoon Warning Centre) এর সাথে ‘বিডব্লিউওটি’র তুলনা উপস্থাপন করছি। বোধগম্যতার জন্যে এখানে সাইক্লোনের দ্রুতিকে নটিকাল মাইল প্রতি ঘন্টাকে (ktmile/hr) সংক্ষেপে নট (kt) হিসেবে উল্লেখ করবো।

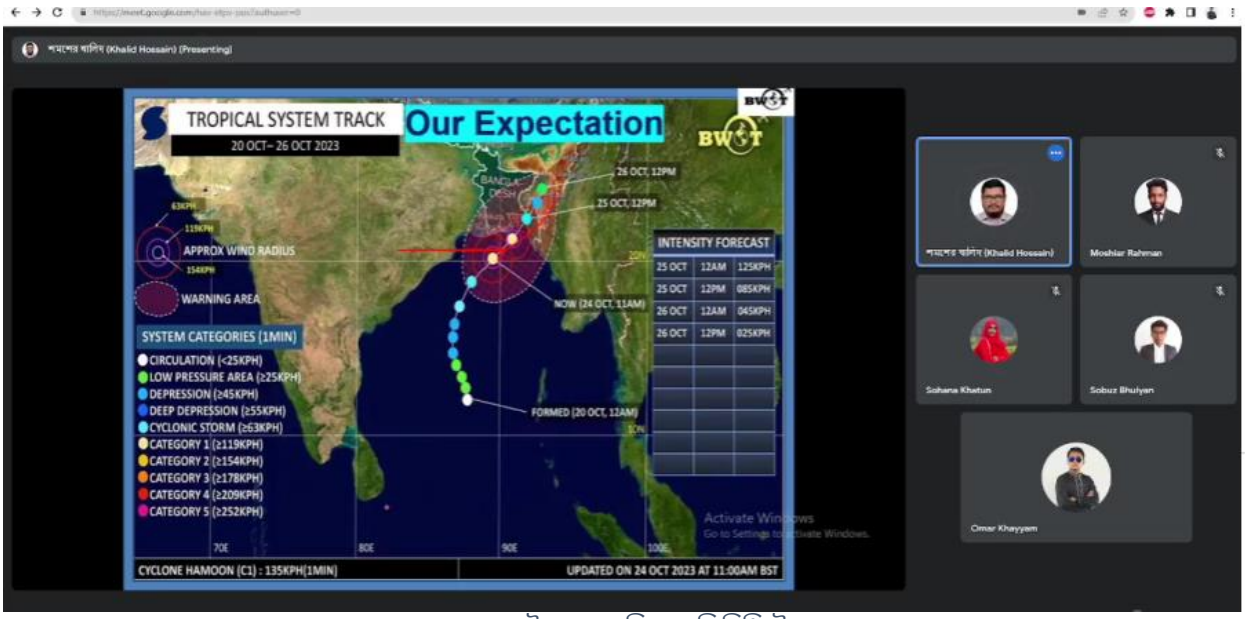


Figure 18: লাইভে শেষ দিনে গতিবিধি উপস্থাপন

জেটিডব্লিউসি (জয়েন্ট টাইফুন ওয়ার্ণিং সেন্টার): জেটিডব্লিউসি ঘূর্ণিঝড়ের ট্রাকসহ প্রথম ওয়ারর্নিংআপডেট করে ২৩ শে অক্টোবর বিকাল ৩টায়। যেখানে দেখানো হয় এটি সাধারণ ঘূর্ণিঝড়ে পরিণত হয়ে বাংলাদেশের উপকূলের দিকে অগ্রসর হওয়ার সময় সর্বোচ্চ শক্তিমত্তা সাগরের অভ্যন্তরে ৪৫ নট (৮৫কিমি/ঘন্টা) পেতে পারে। যা উপকূলের কাছাকাছি অগ্রসর হওয়ার সময় ক্রমান্বয়ে দুর্বল হয়ে সাগরেই শেষ হয়ে যেতে পারে। তবে পরবর্তীতে প্রত্যেক আপডেটে কিছু না কিছু পরিবর্তন লক্ষ্য করা যায়। এক্ষেত্রে পরবর্তী আপডেট গুলোতে সর্বোচ্চ শক্তির তীব্রতা বৃদ্ধি করতে থাকে (সর্বোচ্চ শক্তি ৫০-৫৫ নট পর্যন্ত)। তবে উপকূল অতিক্রম কালে দুর্বল হয়ে নিম্নচাপ/গভীর নিম্নচাপ রূপে আঘাত করার সম্ভাবনা নির্দেশ করে বেশ কয়েকবার।

এছাড়া আঘাত হানার স্থান পটুয়াখালী থেকে চট্টগ্রাম পর্যন্ত এলাকার ভিতরেই বেশিরভাগ আপডেট এ নির্দেশ করে। এরপর ২৪ তারিখ সকালে যখন সাইক্লোন অতি দ্রুত শক্তি বৃদ্ধি করে ক্যাটাগরি ১ মাত্রার শক্তিশালী ঘূর্ণিঝড়ে পরিণত হয় তখন জেটিডব্লিউসি ও তাদের ইন্টেনসিটি পূর্বাভাস আপডেট করে। তবে আঘাত হানার স্থান চট্টগ্রাম এবং সময় ২৫ তারিখ সন্ধ্যা নাগাদ নির্দেশ করে সাধারণ ঘূর্ণিঝড় রূপে(৪০kt)। তবে এদিন বিকাল তিনটার আপডেটে তা পরিবর্তন করে ২৪ তারিখ রাত ১২ টার দিকে কক্সবাজার উপকূলে শক্তিশালী ঘূর্ণিঝড়(৭০kt) রূপে আঘাত হানার সম্ভাবনা নির্দেশ করে।

আইএমডি (ইন্ডিয়ান মেটেওরোলজিকাল ডিপার্টমেন্ট): আইএমডি অবশ্য জেটিডব্লিউসি এর তুলনায় কিছুটা আগেই ঘূর্ণিঝড়ের ল্যান্ডফল সম্পর্কিত তথ্য এবং গতিপথের পূর্বাভাস প্রদান করতে থাকে। তবে, জেটিডব্লিউসি এর মত আইএমডি ও তাদের পূর্বাভাসে বারংবার পরিবর্তন আনে। শুরুতে(২২-২৩ তারিখে) তারা দুর্বল ঘূর্ণিঝড়ের(৩৫kt) পূর্বাভাস করে এবং গতিপথ বাগেরহাট থেকে ভোলা অভিমুখে নির্দেশ করে, সেই সাথে উপকূলে আছড়ে পড়ার পূর্বেই দুর্বল হয়ে নিম্নচাপ বা গভীর নিম্নচাপে পরিণত হওয়ার সম্ভাবনা নির্দেশ করে। আঘাত হানার সময় ২৫ তারিখ দুপুর থেকে সন্ধ্যার ভিতরেই নির্দেশ করে।

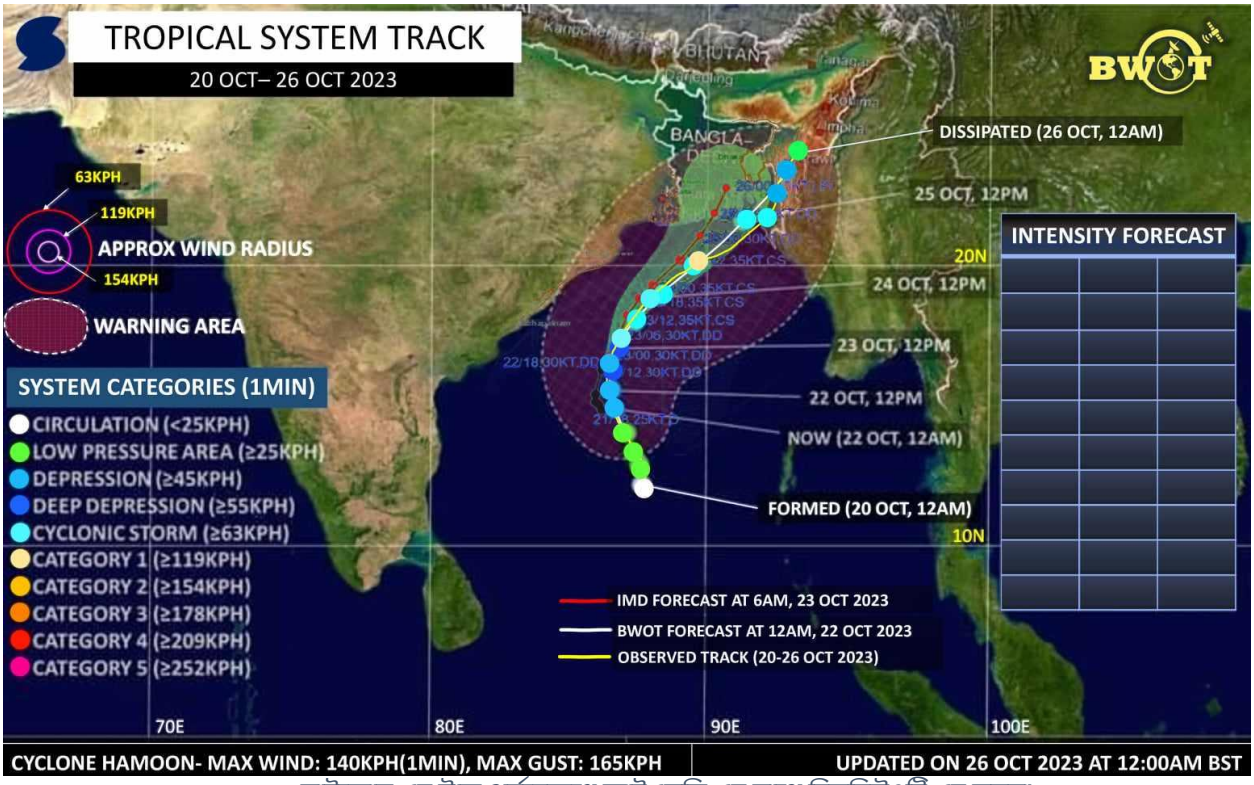


Figure 19: সাইক্লোন এর ট্রাক পর্যবেক্ষণে আইএমডি এর সাথে বিডব্লিউওটি এর তুলনা

পরবর্তীতে ২৪ তারিখ সকাল নাগাদ এর শক্তি দ্রুত বৃদ্ধি পাওয়ার পর তারাও তাদের পূর্বাভাস পরিবর্তন করে এবং আঘাত হানার সময় ২৫ তারিখ সকাল থেকে দুপুর এবং আঘাত হানার শক্তিমত্তা সাধারণ মানের ঘূর্ণিঝড়(৩৫-৪৫ নট) নির্দেশ করে। সেই সাথে আঘাত হানার স্থান কিছুটা পূর্ব দিকে সরিয়ে এনে সন্দ্বীপের নিকটবর্তী এলাকায় নির্দেশ করে। তবে এদিন দুপুরেই তা পরিবর্তন করে কক্সবাজার ও চট্টগ্রামের দক্ষিণ অঞ্চলের মধ্যবর্তী স্থান নির্দেশ করে এবং আঘাত হানার সময় মধ্যরাতে নির্দেশ করে। সেই সাথে আঘাত হানার সময় শক্তিমত্তা আগের পূর্বাভাসের তুলনায় বৃদ্ধি করে ৪৫ নট উল্লেখ করে।

বিডব্লিউওটি (বাংলাদেশ ওয়েদার অবজারভেশন টিম): বিডব্লিউওটি লঘুচাপ সৃষ্টির পর ২০ তারিখ রাতে সর্বপ্রথম ঘূর্ণিঝড় হামুনের প্রাথমিক গতিপথ নির্ণয় করে বরিশাল ও চট্টগ্রামের মধ্যবর্তী স্থানে। তবে এক্ষেত্রে সর্বোচ্চ শক্তিমত্তা কম দেখানো হয় মূলত প্রয়োজনীয় প্যারামিটার উপস্থিত না থাকার কারণে। তবে পরবর্তীতে কিছু অনুকূল পরিবেশ পাওয়ার পর ২১ তারিখ রাতে লঘুচাপটি সুগঠিত নিম্নচাপে পরিণত

হওয়ায় এটি থেকে সাধারণ ঘূর্ণিঝড়ের বিশেষ সম্ভাবনা নির্দেশ করা হয়, সেই সাথে ২৫ তারিখ দুপুর/বিকালের দিকে চট্টগ্রামে আঘাত করার সম্ভাবনা দেখানো হয়। এরপর ২৪ তারিখ সকাল পর্যন্ত গতিপথের সম্ভাবনায় কোন পরিবর্তন করা হয়নি, তবে আঘাতের তীব্রতা বৃদ্ধি(৮৫-১১০কিমি/ঘন্টা) পাওয়ার সম্ভাবনা নির্দেশ করা হয়। তবে আঘাত হানার সময় একটু আগে(২৪ তারিখ রাত-২৫ তারিখ দুপুর) নির্দেশ করা হয়। এবং এরপর এর মুভমেন্ট স্পিড বৃদ্ধি পাওয়ায় ও শক্তিমত্তা বৃদ্ধি পাওয়ায় ২৪ তারিখ রাতেই আঘাতের বিশেষ সম্ভাবনা উল্লেখ করে ২৪ তারিখ দুপুরের পর থেকে আমাদের ফেইসবুক পেইজে চট্টগ্রামের দক্ষিণ অংশকে উল্লেখ করে কয়েক দফা বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন করার আহ্বান করা হয়। সেই সাথে বিকালের একটি লাইভে আঘাত হানার স্থান স্পষ্টভাবে কক্সবাজার, মহেশখালী সংলগ্ন এলাকা উল্লেখ করে শক্তিশালী ঘূর্ণিঝড়ের আশঙ্কা প্রকাশ করা হয়। এবং কক্সবাজারকে রেড অ্যালার্ট জারি করা হয়।

উপসংহার

লেখাটি দ্বারা এই সিদ্ধান্তে উপনীত হওয়া যায় যে, সাইক্লোন ট্রাক অত্যন্ত জটিল একটি কাজ এবং শতভাগ একুরেসির সাথে একে ফোরকাস্ট করা সম্ভবপর নয়। তবে বিডব্লিউওটি টিম সর্বোচ্চ একুরেসি ও আপডেটের মাধ্যমে এটিকে সর্বসাধারণের জন্য সতর্কতারূপে উপস্থাপন করতে সমর্থ হয়েছে। এই লেখাটিতে আরো আলোচনা করা হয়েছে যে শত চেষ্টা স্বত্ত্বেও বিডব্লিউওটি এর আপডেটসমূহ একুরেসি পূর্বেকার তুলনায় কেন কম হল।

কৃতজ্ঞতা ও দায়স্বীকার

বাংলাদেশ ওয়েদার অবজারভেশন টিম এর প্রত্যেক সদস্যবৃন্দ ধন্যবাদ জানাচ্ছি। আমরা বাংলা ব্যকরণে অত দক্ষ না হওয়ায় প্রচুর বানান ভুল পরিলক্ষিত হতে পারে। ক্ষমাসুন্দর দৃষ্টিতে দেখবেন আশা করি।

রেফারেন্সঃ

১। Gray WM (1979) Hurricanes: their formation, structure and likely role in the tropical circulation. In: Shaw DB (ed) Meteorology over the tropical oceans, RMS, James Glaisher House, Grenville Place, Bracknell, Berkshire, RG 12 1BX, pp 155–218

২। https://www.bwotweather.com/2023/05/07/potential-cyclone-mocha-deep-analysis/

৩। Alex Lamers, Sunitha Devi. S, Monica Sharma, Robbie Berg, José Manuel Gálvez, Zifeng Yu,Tarik Kriat, Sareti Cardos, David Grant, Lorenzo A. Moron, Forecasting tropical cyclone rainfall and flooding hazards and impacts,
Tropical Cyclone Research and Review, Volume 12, Issue 2, 2023, Pages 100-112, ISSN 2225- 032,
https://doi.org/10.1016/j.tcrr.2023.06.005.

৪। https://shorturl.at/qLU19

৫। Rizwan Ahmed, M. Mohapatra, Ram Kumar Giri, Suneet Dwivedi, An Evaluation of the Advanced Dvorak Technique (9.0) for the tropical cyclones over the North Indian Ocean, Tropical Cyclone Research and Review,
Volume 10, Issue 4, 2021, Pages 201-208, ISSN 2225-6032, https://doi.org/10.1016/j.tcrr.2021.11.003.

৬। https://ams.confex.com/ams/pdfpapers/168732.pdf

৭। https://www.bwotweather.com/2023/10/20/

৮। https://www.youtube.com/watch?v=5SYM-LK4Ocs&t=9s

৯। https://bangla.thedailystar.net/environment/climate-change/natural-disasters/news-526151

১০। https://fb.watch/nXMJFOG0GW/

১১। https://shorturl.at/cfHI9

১২। পত্রিকা লিংকসমূহঃ

1. https://www.dailynayadiganta.com/disaster/786838/ঘূর্ণিঝড়-হামুন'-কক্সবাজার-ও-চট্টগ্রামে-মৃত্যু-বেড়ে-৬?fbclid=IwAR3kOJM_3_VESbMROLbAfyBU9sqLcQnc78oNEp6trLVZ33aeecrh8HRDEwA
2. https://www.bd-pratidin.com/country/2023/10/25/933529?fbclid=IwAR0zmEXTiCCw9vYvdLYPrTZWM9pCLE0c3He_ugE9zVXkoyeVL2r2KVtA1L0
3. https://www.somoyerkonthosor.com/post/2023/10/25/6539132abe894?fbclid=IwAR1ur8Lfl1GTV5tyAQfbCiYKwqEDsuv0l6BpPsWoUZlu6jdIZ4296J455ds
4. https://samakal.com/whole-country/article/2310203907/চট্টগ্রামে-ঘূর্ণিঝড়-হামুনর-আঘাতে-নিহত-২-আহত-৮৫
5. https://www.prothomalo.com/bangladesh/district/hwql1jbmfw?fbclid=IwAR1qGpYEuN0ojJXuu81k6SvN4xlGjSh5-RssRhssD-BQqLFiW7cjJXlQaEw
6. https://www.prothomalo.com/bangladesh/district/x9nun5zwd8?fbclid=IwAR2jGILpKvUTp7kiRkETo5XnjnYilcRfyIjjkq0yIB4_sa4pJfFUw_KuUXg
7. https://www.banglanews24.com/national/news/bd/1212196.details?fbclid=IwAR0LHa9zF5lCvFZTS8ZurO614rYRcWHMMrv3YrflvDX_ornOA-lo5pEpdfA
8. https://www.deshrupantor.com/mofossol/2023/10/25/462699?fbclid=IwAR0YS3mkvNb_A9hitPlHT6ssQflIoGGpxdYry2_DU-AMlTON_p1zPGBFOO4