জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয় ভূগোল ও পরিবেশ সমীক্ষণ ৪৩:২০২৪ (পৃ. ১০১-১১৩)
Jahangirnagar Bishwavidyalay Bhugol O Paribesh Samikkhan 43:2024 (pp 101-113) *ISSN 1027-8567*

উত্তরাঞ্চলীয় আন্তঃসীমান্ত টাংগন নদীর উপর একটি ভূ-রূপমিতিক বিশ্লেষণ

একা রানী দেবনাথ[১], বিবি হাফছা[২], মাহীব রেজা[৩]

[১]পি.এইচ. ডি গবেষণা শিক্ষার্থী, ভূগোল ও পরিবেশ বিভাগ, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয়, সাভার, ঢাকা
[২]সহযোগী অধ্যাপক, ভূগোল ও পরিবেশ বিভাগ, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয়, সাভার, ঢাকা
[৩]গবেষণা শিক্ষার্থী, ভূগোল ও পরিবেশ বিভাগ, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয়, সাভার, ঢাকা

সারসংক্ষেপ: ভূ-রূপমিতিক বিশ্লেষণ বলতে পরিমাণগত পরিমাপকে বুঝানো হয়। সাধারণত পৃথিবীপৃষ্ঠে ভূ-রূপমিতিক পরিমাপের জন্য নদী অববাহিকাকে আদর্শ ধরা হয়। ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকগুলো পৃথিবীর গাঠনিক প্রকৃতি সম্পর্কে গাণিতিক নির্ণয় পদ্ধতি দ্বারা নিরূপণ করা যায়। নদী অববাহিকার ভূ-রূপমিতিক পরিমাপের মাধ্যমে জীববৈচিত্র্য, পানিতত্ত্ব ,বাস্তুতন্ত্র, পানির প্রবাহ, পানিচক্র এবং পানি সম্পদের ভারসাম্য সম্পর্কে জানা যায়। এ গবেষণায় সমীক্ষা এলাকা হিসেবে টাংগন নদী অববাহিকাকে চিহ্নিত করা হয়েছে। বাংলাদেশের উত্তরাঞ্চলীয় আন্তসীমান্ত নদী টাংগন এর প্রবাহ অববাহিকার ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকগুলো নির্ণয়, তাদের মাঝে আন্তসম্পর্ক এবং পরিমাপকের বিভিন্নতা ভূ-প্রাকৃতিক ঘটনা প্রবাহে কী প্রভাব রাখে তা আলোচনা করা হয়েছে। টাংগন নদীর ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ নির্ণয়ের জন্য গবেষকগণ দ্বিতীয় পর্যায়ের দূর-অনুধাবন ভিত্তিক গবেষণা পদ্ধতি অনুসরণ করেছেন যেখানে ইউএসজিএস (USGS) আর্থ এক্সপ্লোরার এর সাহায্যে উপাত্ত সেট স্যাটেলাইট ভূ-চিত্রাবলী সংগ্রহ করা হয়েছে। জিআইএস পদ্ধতি ব্যবহার করে আর্কজিআইএস ১০.২ (Arc GIS) সফটওয়্যারের মাধ্যমে জলতাত্ত্বিক বিশ্লেষণের জন্য বিশেষায়িত টুলসেট যা ‘হাইড্রোলজি’ নামে পরিচিত, এর সহায়তায় গবেষণা এলাকার প্রবাহ অববাহিকার ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ যথাক্রমে-রৈখিক, জ্যামিতিক, বুনট ও বন্ধুরতা বৈশিষ্ট্য হিসেবে নিরূপণ করা হয়েছে। এক্ষেত্রে টাংগন অববাহিকার প্রবাহক্রম (Stream Order), প্রবাহ সংখ্যা (Stream Number), প্রবাহ দৈর্ঘ্য (Stream Length), দ্বিখন্ডন অনুপাত (Bifurcation Ratio), নিস্কাশন ঘনত্ব (Drainage Density), বন্ধুরতার অনুপাত (Relief Ratio) প্রভৃতি ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ নির্ণয় করা হয়েছে। গবেষণায় প্রাপ্ত ফলাফলের নিরিখে বলা যায়, টাংগন নদীর প্রবাহ বৈশিষ্ট্য ডেনড্রাইটিক ধরণের যেখানে প্রাথমিক প্রবাহের আধিক্য রয়েছে। ভূ-রূপমিতিক পরিমাপসহ পরিমাপের মাধ্যমে ভূগর্ভস্থ পানির পরিমাণ, বন্যা ঝুঁকি, ভূমির বিবর্তন সম্পর্কে ধারনা লাভ করা যায় যা ভবিষ্যতে ভূমি ও পানি ব্যবস্থাপনা পরিকল্পনাতে সহায়তা করতে পারে। এ গবেষণায় বাংলাদেশের উত্তরাঞ্চলীয় আন্তসীমান্ত নদী টাংগন এর প্রবাহ অববাহিকার ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকগুলো নির্ণয়ের মাধ্যমে উক্ত নদী অববাহিকার ধরণ হিসেবে ডেনড্রাইটিক প্রণালীকে উপস্থাপন করা হয়েছে।

মূলশব্দ: ভূ-রূপমিতিক পরিমাপক, নদী অববাহিকা, জিআইএস, দূর-অনুধাবন পদ্ধতি, নিস্কাশন ধরণ

ভূমিকা

ভূ-প্রাকৃতিক বিভিন্ন উপাদান সুনিয়ন্ত্রিত পদ্ধতির মাধ্যমে গড়ে ওঠা প্রাকৃতিক পরিতন্ত্রের মধ্যে প্রতিনিয়ত মিথস্ক্রিয়া করছে (Dalarsson, 2015)। এই মিথস্ক্রিয়ার ফলেই প্রাকৃতিক পরিবেশের বৈচিত্রময়তা টিকে আছে। নদী এবং তার জলপ্রবাহ এর ব্যতিক্রম নয়। জলপ্রবাহের দরুণ নদী অববাহিকায় নানারকম প্রাকৃতিক বৈচিত্র ও বিভিন্নতা পরিলক্ষিত হয়। ভূমিরূপকাঠামো এই বিভিন্নতায় মূলত প্রধান ভূমিকা পালন করে থাকে। বাংলাদেশের উত্তরাঞ্চলের ভূমিরূপ দেশের অন্যান্য অঞ্চলের থেকে ভিন্নতর (Brammer, H., 1996)। পঞ্চগড় ও ঠাকুরগাঁও অঞ্চল হিমালয় থেকে বিভিন্ন জলধারা ও নদী দ্বারা বাহিত পলি পর্বত অবক্ষেপনের ফলে সুষম ঢাল হিসেবে গঠিত হয়েছে বলে এই অঞ্চলকে পুরাতন হিমালয় পর্বত পাদদেশীয় সমভূমি অঞ্চল বলে। এই অঞ্চলটি হিমালয় পাদদেশীয় বালুকারাশি ও নুড়ি দ্বারা পরিবেষ্টিত (Brammer, H., 1996)। এই অঞ্চলের ভূমিরূপকাঠামোর ভিন্নতা পানিপ্রবাহের ধরণে ভিন্নতা এনেছে। টাংগন নদী অববাহিকা এই অঞ্চলে অবস্থিত। টাংগন নদীটি একটি আন্তসীমান্ত নদী হওয়ায় এই নদীর প্রবাহের ধরণ ভীষণভাবে মানবসৃষ্ট ঘটনাবলী দ্বারা প্রভাবিত হয়ে থাকে (সালেহীন, এম., ২০১৪)। এই নদী অববাহিকার ভূ-রূপমিতিক বৈশিষ্ট্য নিরূপন করলে এই অঞ্চলের ভূপ্রাকৃতিক বিভিন্ন উপাদানের সুনিয়ন্ত্রিত মিথস্ক্রিয়া সম্পর্কে অনুসন্ধানের আগ্রহ বাড়বে। জ্যামিতিক আকারে ভূমিরূপকাঠামোর গঠন, আকার এবং ব্যাপ্তি পরিমাপ করার পদ্ধতিকে ভূ-রূপমিতি (Morphometry) বলে (Strahler, 1964)। বস্তুতপক্ষে, কোনো এলাকার আয়তন, উচ্চতা, ঢাল, নিষ্কাশন ব্যবস্থা, প্রবাহের গতিপ্রকৃতিসহ অববাহিকার বৈশিষ্ট্য নিরূপণের জন্য সংবিধিবদ্ধ ও বৈজ্ঞানিক প্রমাণাদি দ্বারা ঋদ্ধ পদ্ধতি অনুসরণ করলেই সেই এলাকার ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ

নির্ণয় করা যায় (Singh, 1972)। ভূ-পৃষ্ঠের জল নিষ্কাশন নেটওয়ার্কের বিবর্তন এবং এর বৈশিষ্ট্য বিশ্লেষণের জন্য ভূমিরূপ বিদ্যার উপর গবেষণা ধারাবাহিক প্রজ্ঞালব্ধ বৈজ্ঞানিক বিষয় (Horton, 1945; Leopard & Maddock, 1953)। জলতাত্ত্বিক সকল প্রক্রিয়াগুলো জলবিভাজিকা অঞ্চলে সংঘটিত হয় (Singh, 1972)। ভূ-রূপমিতিক পরিমাপক পদ্ধতি এই ভূ-প্রাকৃতিক ঘটনাবলী ও প্রক্রিয়াগুলো অনুধাবনে সহায়ক (Horton, 1945)। এ পদ্ধতি প্রবাহ অববাহিকার প্রকৃত প্রাকৃতিক বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে সম্যক ধারণাবলীর অবতারণা করে থাকে (Strahler, 1964)। ভূ-রূপমিতিক পরিমাপক পদ্ধতির নানা আঙ্গিক ও দৃষ্টিভঙ্গি থাকলেও এই গবেষণাকর্মে অববাহিকার রৈখিক, গাঠনিক, জ্যামিতিক এবং বন্ধুরতার বৈশিষ্ট্য নিরূপণ ও বিশ্লেষণের মাধ্যমে ওই অঞ্চলের বিভিন্ন ভূপ্রাকৃতিক ঘটনাবলী ও মিথস্ক্রিয়া সম্পর্কে অনুসন্ধানমূলক প্রেরণা জাগরণের প্রয়াস করা হয়েছে। প্রবাহ অঞ্চলের এসব বৈচিত্রময় বৈশিষ্ট্যগুলো অববাহিকার প্রাকৃতিক পরিবেশ সম্পর্কে যেমন ধারণা প্রদান করবে একইসাথে ভূপ্রাকৃতিক বিভিন্ন উপাদানসমূহের মধ্যে মিথস্ক্রিয়া কীভাবে ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকগুলোর আন্তঃসম্পর্ক দ্বারা প্রভাবিত হতে পারে সেসম্পর্কে প্রাথমিক অনুসন্ধানের প্রয়োজনীয় রসদ জোগাবে।

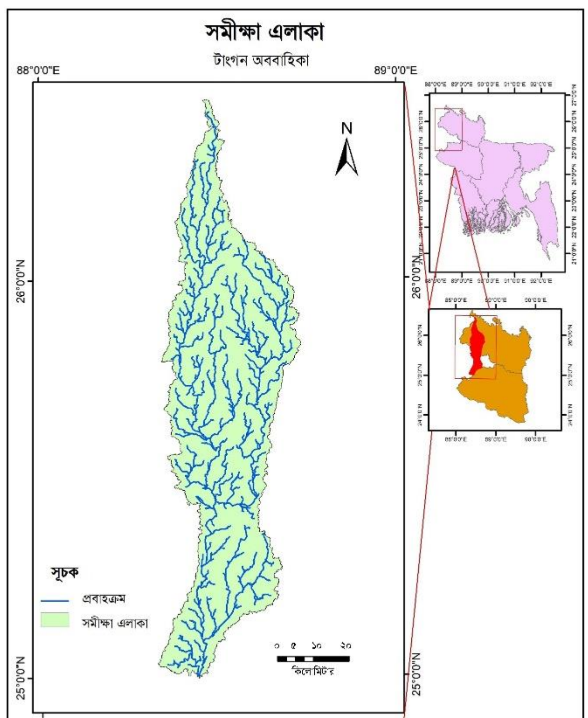
ভূ-রূপমিতিক বৈশিষ্ট্য নিরূপণের পদ্ধতি বেশ জটিল এবং এতে বিভিন্ন গাণিতিক সুত্রাবলী প্রয়োগ করা হয়ে থাকে। এই গবেষণাটি ভূ-রূপমিতিক বৈশিষ্ট্য নিরূপণ ও বিশ্লেষণের মাধ্যমে পাঠকের মনে ভূপ্রাকৃতিক বিভিন্ন ঘটনাবলী ও জলতাত্ত্বিক সম্পর্ক অধ্যয়নের প্রয়োজনীয় প্রেরণা প্রদানের লক্ষ্যে পরিচালিত হয়েছে। এই লক্ষ্য পূরণের জন্য কিছু সুনির্দিষ্ট উদ্দেশ্যের মাধ্যমে গবেষণাকর্মটি পরিকল্পনা করা হয়েছেঃ

ক) টাংগন নদী অববাহিকা নির্দিষ্টকরণ ও চিহ্নিতকরণ;

খ) পরীক্ষিত পদ্ধতি ও সূত্রসমূহ অনুসরণ করে টাংগন নদী অববাহিকার ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ নির্ণয় করা।

সমীক্ষা এলাকা

মহানন্দা নদীর একটি শাখাপ্রবাহ হিসেবে বাংলাদেশের উত্তরপশ্চিমাঞ্চল দিয়ে প্রবাহিত হওয়া টাংগন নদীর আদি উৎপত্তি মূলত ভারতে। তবে বর্তমানে প্রবাহিত স্রোতধারার উৎপত্তিস্থল পঞ্চগড় জেলার সদর উপজেলার মাগুরা ইউনিয়নভুক্ত বিলাঞ্চল থেকে (হক, এম.ই., ২০১৭)। বাংলাদেশের ঠাকুরগাঁও ও পঞ্চগড় জেলা অতিক্রম করে পরিশেষে মহানন্দায় মিশেছে আন্তসীমান্ত এই নদী। নদীটি ২৫°১০' উত্তর হতে ২৬°৪৫' উত্তর অক্ষাংশ এবং ৮৮°৫' পূর্ব হতে ৮৮°৪০' পূর্ব দ্রাঘিমাংশ পর্যন্ত বিস্তৃত। টাংগন নদীর অববাহিকার মোট আয়তন ৪৬৯.২৬ বর্গ কিলোমিটার এবং নদীর মোট দৈর্ঘ্য প্রায় ২০৯.১৮ কিলোমিটার (Pal, S.S., et al., 2018)। নদীটির জলপ্রবাহ উজানে মানবসৃষ্ট কারণে বাধাপ্রাপ্ত হয়েছে। নদীটিতে শুষ্ক মৌসুমে জলপ্রবাহের পর্যাপ্ততা না থাকলেও বর্ষাকালে এটি দুকূল ভাসিয়ে নেয়। এই গবেষণায় টাংগন নদীর ভূ-রূপমিতি পরিমাপকসমূহ নির্ণয় করা হয়েছে। একইসাথে পরিমাপকসমূহের মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক নির্ণয়ের প্রয়াস করা হয়েছে। এই পরিমাপকগুলো নদী অববাহিকা এলাকায় নৈসর্গিক বৈচিত্র, প্রাকৃতিক বিভিন্ন পদ্ধতিসমূহ এবং সুনিয়ন্ত্রিত প্রাকৃতিক পরিতন্ত্রের মধ্যে যে প্রতিনিয়ত মিথস্ক্রিয়া ঘটছে তা বুঝতে সহায়ক হবে। এছাড়াও নদীর গতিশীলতার মাধ্যমে কীভাবে বিভিন্ন পরিসরে জলপ্রবাহের সাথে সাথে অন্যান্য ভূ-প্রাকৃতিক ঘটনা ঘটছে এবং এগুলোর বিভিন্নতা সম্পর্কে পাঠককে জ্ঞান আহরনে আগ্রহী করে তুলবে। একইসাথে নদীটির জলপ্রবাহের পর্যাপ্ততা নিশ্চিতকরণের গুরুত্ব সম্পর্কে সচেতন করে তুলবে।

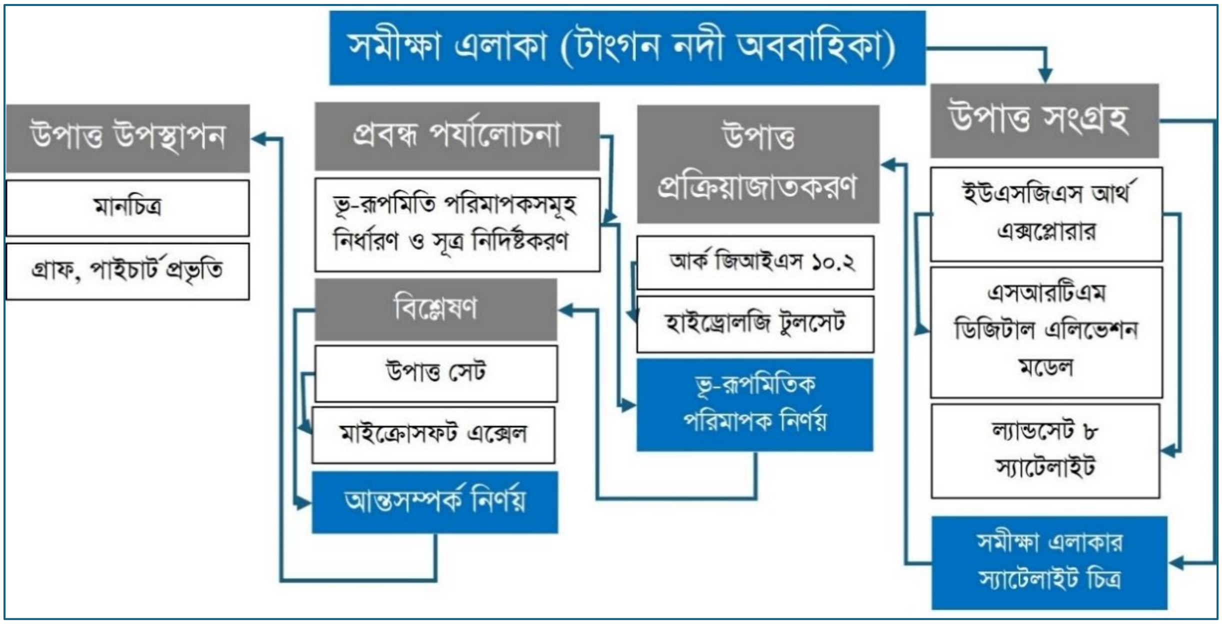


চিত্রঃ ১ সমীক্ষা এলাকা। [উৎসঃ গবেষকগণ, ২০২৫]

উপাত্ত ও গবেষণা পদ্ধতিটাংগন নদীর ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ নির্ণয়ের জন্য গবেষকগণ দ্বিতীয় পর্যায়ের দূর-অনুধাবন ভিত্তিক গবেষণাপদ্ধতি অনুসরণ করেছেন যেখানে জিআইএস প্রযুক্তির বিশদ ব্যবহারের মাধ্যমে উপাত্ত বিশ্লেষণ করা

হয়েছে। ইউএসজিএস আর্থ এক্সপ্লোরার এর সাহায্যে দ্বিতীয় পর্যায়ের উপাত্ত সেট স্যাটেলাইট ভূ-চিত্রাবলী সংগ্রহ করা হয়েছে।

গবেষণাকার্য সম্পাদনের জন্য ল্যান্ডসেট টিএম ৮ স্যাটেলাইটের চিত্র ব্যবহার করা হয়েছে। এছাড়া সংশ্লিষ্ট প্রকাশিত বৈজ্ঞানিক গবেষণাপত্রসমূহ যেমন-প্রকাশনা, জার্নাল প্রবন্ধ বিশ্লেষণ করে গবেষণার উপযোগী উপাত্ত সংগ্রহ করা হয়েছে। গবেষণাপদ্ধতির বিভিন্ন ধাপসমূহ চিত্রে (২) উল্লিখিত ।



চিত্র ২ঃ গবেষণা পদ্ধতির প্রবাহচিত্র। [উৎসঃ গবেষকগণ, ২০২৫]

গবেষণাকর্মটি সম্পাদনের উদ্দেশ্যে গবেষকগণ সমীক্ষা এলাকা নির্ধারণ করেছেন। সমীক্ষা এলাকার স্যাটেলাইট চিত্র সংগ্রহের জন্য ইউএসজিএস আর্থ এক্সপ্লোরার (USGS Earth Explorer) ওয়েবসাইটের মাধ্যমে এসআরটিএম এলিভেশন মডেল উপাত্ত এবং ল্যান্ডসেট ৮ স্যাটেলাইটে প্রাপ্ত চিত্র সংগ্রহ করে গবেষণাউপযোগী করেছেন। প্রাপ্ত উপাত্ত সেট প্রক্রিয়াজাতকরণের উদ্দেশ্যে আর্ক জিআইএস ১০.২ সফটওয়্যারের হাইড্রোলজি টুলসেট ব্যবহারের মাধ্যমে ধাপে ধাপে ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ নির্ণয় করেছেন। ভূ-রূপমিতি নির্ণয়ের বেশ কিছু সূত্র ও পদ্ধতি আছে। এ গবেষণাকর্মে প্রবন্ধ পর্যালোচনার মাধ্যমে ভূ-রূপমিতি পরিমাপকসমূহ নির্ধারণ ও সংশ্লিষ্ট সূত্র নির্দিষ্টকরণে প্রাপ্ত সিদ্ধান্তসমূহ পর্যালোচনা করা হয়েছে এবং সেগুলো প্রয়োগ করা হয়েছে। সমীক্ষা এলাকার রৈখিক বৈশিষ্ট্য (Linear), অববাহিকার জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্য (Geometric), বুনট বৈশিষ্ট্য (Texture) এবং বন্ধুরতার বৈশিষ্ট্য (Relief) বিভিন্ন ভূ-রূপমিতিক পরিমাপক দ্বারা নির্ণয় করা হয়েছে। নির্ণেয় ফলাফলসমূহ বিশ্লেষণের উদ্দেশ্যে মাইক্রোসফট এক্সেলে উপাত্ত সেট আকারে সারণিকৃত হয়েছে। পরবর্তী পর্যায়ে আন্তঃসম্পর্ক নির্ণয়ের উদ্দেশ্যে বিভিন্ন পরিসংখ্যানিক কৌশল প্রয়োগ করা হয়েছে। প্রাপ্ত ফলাফলসমূহ মানচিত্র, পরিসংখ্যানিক উপস্থাপন পদ্ধতি যেমন-গ্রাফ, চার্ট প্রভৃতির মাধ্যমে গবেষণাপত্রে উপস্থাপিত হয়েছে। গবেষণাকর্মটিতে গবেষকগণ টাংগন নদীর ভূ-রূপমিতিক বৈশিষ্ট্য এবং তাদের আন্তঃসম্পর্ক নির্ণয়ের মাধ্যমে একটি দূর অনুধাবন পদ্ধতির প্রাকৃতিক অনুসন্ধানমূলক গবেষণা করার প্রয়াস করেছেন।

ভূ-রূপমিতিক পরিমাপ মূলত একটি অববাহিকার জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্য নিরূপণের অনেকগুলো পরিমাপকের সমষ্টিকে নির্দেশ করে। এই পরিমাপকগুলো ঐ অববাহিকার স্থানিক বৈচিত্রকে স্পষ্টরূপে ফুটিয়ে তোলার পাশাপাশি বিভিন্ন ভূ-প্রাকৃতিক ঘটনা

এবং তাদের মিথস্ক্রিয়া সম্পর্কে মানসপটে প্রয়োজনীয় অনুসন্ধানী উপজীব্য সৃষ্টিতে সহায়ক। এই গবেষণার পরিসরভুক্ত ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ নিম্নে উল্লিখিত। এ গবেষণাকর্মে সমীক্ষা এলাকার জলতাত্ত্বিক রৈখিক বৈশিষ্ট্য নিরূপণের জন্য প্রবাহক্রম (Stream Order), প্রবাহদৈর্ঘ্য (Stream Length), দ্বিখন্ডন অনুপাত (Bifurcation Ratio) বিশ্লেষণ করা হয়েছে। অববাহিকার আয়তন (Basin Area), পরিসীমা (Perimeter), আকার (Lemniscate), বুনট (Texture), গঠন উপাদান (Form Factor) এই পরিমাপকগুলো অববাহিকার জ্যামিতি (Basin Geometry); প্রবাহ কম্পাঙ্ক (Stream Frequency), নিষ্কাশন ঘনত্ব (Drainage Density), জল অনুপ্রবেশ সংখ্যা (Infiltration Number), ভূ-পৃষ্ঠস্থ প্রবাহ (Overland Flow) এই পরিমাপকগুলো অববাহিকার বুনট বিশ্লেষনে এবং অববাহিকার সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন উচ্চতা ও বন্ধুরতার অনুপাত (Relief Ratio) সমীক্ষা এলাকার বন্ধুরতার পরিমাপ কল্পে ব্যবহার করা হয়েছে। এই পরিমাপকগুলো সমীক্ষা এলাকার জল নিষ্কাশন প্যাটার্নের উপর গাঠনিক উপাদান এবং ভূ-তাত্ত্বিক শিলাবিন্যাসের একটি সম্পর্ক ও প্রভাবকে নির্দেশ করে (Gupta, 2020)। নিম্নে উল্লিখিত সূত্রাবলি প্রয়োগ করে, জিআইএস প্রযুক্তি ব্যবহার করে উক্ত পরিমাপকসমূহ নির্ণয় করা হয়েছে-

১. প্রবাহক্রম (Stream Order)

প্রবাহক্রম হল জলাধারের মধ্যে প্রবাহসমূহের অবস্থানের উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবিন্যাসের একটি পদ্ধতি। যেসব ক্ষুদ্রতম প্রবাহগুলো অন্যপ্রবাহের সাথে যুক্ত হয়নি তাদের প্রথম-ক্রমের প্রবাহ হিসাবে মনোনীত করা হয়। যখন দুটি প্রথম-ক্রমের প্রবাহ মিলিত হয়, তখন তারা একটি দ্বিতীয় ক্রমের প্রবাহ তৈরি করে (Strahler, 1957)। এটি প্রবাহের সংখ্যা এবং বিন্যাসের উপর ভিত্তি করে একটি অববাহিকায় প্রবাহগুলিকে চিহ্নিত করে থাকে (Chorley & Kennedy, 1971)।

২. প্রবাহের সংখ্যা (Stream Number)

প্রবাহ সংখ্যা (Nu) বলতে একটি অববাহিকায় একটি নির্দিষ্ট ক্রমের স্রোত অংশের মোট সংখ্যাকে বোঝায় (Strahler, 1964)। এটি একটি নির্দিষ্ট নিষ্কাশন ব্যবস্থায় প্রতিটি শ্রেণিবদ্ধ প্রবাহক্রম অনুসারে প্রবাহের কম্পাঙ্ককে প্রতিনিধিত্ব করে (Horton, 1945)।

Nu =N1+N2+……. Nn	Strahler (1964)

৩. প্রবাহদৈর্ঘ্য (Stream Length)

প্রবাহদৈর্ঘ্য (Lu) হল একটি জলাধারের মধ্যে একটি নির্দিষ্ট ক্রমের সমস্ত প্রবাহ অংশের মোট দৈর্ঘ্য (Horton, 1945)। এটি একটি অববাহিকায় একটি নির্দিষ্ট ক্রমের সমস্ত প্রবাহ দৈর্ঘ্যের যোগফলকে বোঝায় (Strahler, 1964)। এটি ভূ-রূপমিতিতাত্ত্বিক গবেষণায় নিষ্কাশন নেটওয়ার্কের পরিমাণ নির্ধারণ করতে এটি একটি অপরিহার্য ভূ-রূপমিতিগত পরিমাপক (Schumm, 1956)।

Lu=L1+L2+…….Ln Lu = 'u' ক্রমের সকল প্রবাহ অংশের দৈর্ঘ্য	Horton (1945)

৪. গড় প্রবাহদৈর্ঘ্য (Mean Stream Length)

প্রবাহদৈর্ঘ্য (Lu) হল একটি জলাধারের মধ্যে একটি নির্দিষ্ট ক্রমের সমস্ত প্রবাহ অংশের মোট দৈর্ঘ্য (Horton, 1945)। এটি একটি অববাহিকায় একটি নির্দিষ্ট ক্রমের সমস্ত প্রবাহ দৈর্ঘ্যের যোগফলকে বোঝায় (Strahler, 1964)। এটি ভূ-রূপমিতিতাত্ত্বিক গবেষণায় নিষ্কাশন নেটওয়ার্কের পরিমাণ নির্ধারণ করতে এটি একটি অপরিহার্য ভূ-রূপমিতিগত পরিমাপক (Schumm, 1956)।

Lsm = Lu/Nu, যেখানে, Lsm = গড় প্রবাহদৈর্ঘ্য, Lu = u-ক্রমের মোট স্রোতের দৈর্ঘ্য, Nu = u-ক্রমের স্রোতের সংখ্যা	Strahler (1964)

৫. দ্বিখন্ডন অনুপাত (Bifurcation Ratio)

দ্বিখন্ডন অনুপাত (Rb) হল একটি নির্দিষ্ট ক্রমের প্রবাহের সংখ্যা এবং পরবর্তী উচ্চতর ক্রমের স্রোতের সংখ্যার অনুপাত। এটি একটি নিষ্কাশন নেটওয়ার্কের শাখা-প্রশাখার ধরণ বুঝতে সাহায্য করে (Schumm, 1956)। এটি একটি জলাশয়ের মধ্যে প্রবাহের শাখা-প্রশাখার মাত্রার একটি পরিমাপ এবং নিষ্কাশন ধরণগুলির উপর ভূতাত্ত্বিক নিয়ন্ত্রণগুলোকে নির্দেশ করে (Strahler, 1957)। এটি পলি পরিবহন বৈশিষ্ট্যগুলিকেও প্রভাবিত করে (Horton, 1945)।

Rb = Nu/Nu+1, যেখানে, Rb = দ্বিখন্ডন অনুপাত, Nu= u-ক্রমের স্রোতের সংখ্যা	Schumm (1956)

৬. গড় দ্বিখন্ডন অনুপাত (Mean Bifurcation Ratio)

গড় দ্বিখন্ডন অনুপাত (Rbm) হল একটি নিষ্কাশন অববাহিকার মধ্যে সমস্ত প্রবাহের ক্রমের দ্বিখন্ডন অনুপাতের গড় মান

(Strahler, 1957)। এটি সামগ্রিক শাখাবিন্যাসের ধরণ উপস্থাপন করে এবং বিভিন্ন নিষ্কাশন অববাহিকার তুলনা করতে ব্যবহৃত হয় (Chorley & Kennedy, 1971)। গড় দ্বিখন্ডন অনুপাত নিষ্কাশন ব্যবস্থার কাঠামোগত নিয়ন্ত্রণ, ভূতত্ত্ব এবং হাইড্রোলজিক্যাল বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে (Horton, 1945)। অববাহিকা আয়তন বলতে বোঝায় মোট ভূমি পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল যা একটি নির্দিষ্ট নিষ্কাশন পথের প্রবাহে অবদান রাখে। এটি জলবিদ্যায় একটি মৌলিক পরামিতি, যা জলের প্রাপ্যতা এবং প্রবাহের বৈশিষ্ট্যগুলিকে প্রভাবিত করে (Chorley & Kennedy, 1971)। এটি স্রোত নিষ্কাশন এবং পলি পরিবহনকে প্রভাবিত করে (Strahler, 1964)।

Rbm = সমস্ত প্রবাহের ক্রমের দ্বিখন্ডন অনুপাতের গড় মান	Strahler (1957)

৭. অববাহিকার আয়তন (Basin Area)

অববাহিকা আয়তন বলতে বোঝায় মোট ভূমি পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল যা একটি নির্দিষ্ট নিষ্কাশন পথের প্রবাহে অবদান রাখে। এটি জলবিদ্যায় একটি মৌলিক পরামিতি, যা জলের প্রাপ্যতা এবং প্রবাহের বৈশিষ্ট্যগুলিকে প্রভাবিত করে (Chorley & Kennedy, 1971)। এটি স্রোত নিষ্কাশন এবং পলি পরিবহনকে প্রভাবিত করে (Strahler, 1964)।

৮. অববাহিকার পরিসীমা (Basin Perimeter)

অববাহিকার পরিসীমা হল একটি নিষ্কাশন অববাহিকা থেকে অন্য একটিকে পৃথককারী সীমানার মোট দৈর্ঘ্য, যা সাধারণত কিলোমিটারে পরিমাপ করা হয় (Horton, 1945)। এটি একটি অববাহিকার প্রান্তের চারপাশের রৈখিক দূরত্বকে প্রতিনিধিত্ব করে, যা অববাহিকার আকৃতি এবং জলতাত্ত্বিক দক্ষতা সম্পর্কে অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে (Strahler, 1964)। এটি জলাধারের জ্যামিতি এবং এর জলতাত্ত্বিক আচরণ মূল্যায়নের জন্য ব্যবহৃত হয় (Schumm, 1956)।

2 (দৈর্ঘ্য +প্রস্থ) km	Schumm (1956)

৯. অববাহিকার দৈর্ঘ্য (Basin Length)

অববাহিকার দৈর্ঘ্য (Lb) হল একটি নিষ্কাশন অববাহিকার দীর্ঘতম মাত্রা। এটি আউটলেট থেকে নিষ্কাশন বিভাজকের সবচেয়ে দূরবর্তী বিন্দু পর্যন্ত পরিমাপ করা হয়। এটি জলপ্রবাহ এবং হাইড্রোলজিক্যাল প্রতিক্রিয়াকালকে ভীষণভাবে প্রভাবিত করে (Chorley & Kennedy, 1971)। এটি জলাবদ্ধতার ঘনত্বকাল নির্ধারণে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে (Horton, 1945)|

১০. অববাহিকার আকার (Basin Lemniscate)

অববাহিকার আকার (K) হলো একটি মাত্রাবিহীন অনুপাত যা একটি অববাহিকার দৈর্ঘ্যের সাথে তার ক্ষেত্রফলের তুলনা করে তার আকৃতি উপস্থাপন করে। এটি অববাহিকার প্রসারণ এবং জলতাত্ত্বিক প্রতিক্রিয়া সম্পর্কে অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে (Miller, 1953)। এর নিম্ন মানগুলি আরও ভাল নিষ্কাশন সক্ষমতাকে নির্দেশ করে (Strahler, 1964)। এটি বন্যা বিশ্লেষণ এবং প্রবাহ অনুমানে সহায়তা করে (Schumm, 1956)।

K=Lb2/4*A যেখানে, Lb=অববাহিকার দৈর্ঘ্য(কিমি) A= আয়তন (বর্গ কিমি)	Chorley (1957)

১১. অববাহিকার গঠন উপাদান (Form Factor)

অববাহিকার গঠন (Ff) হলো অববাহিকার দৈর্ঘ্যের বর্গক্ষেত্রের সাথে এর ক্ষেত্রফলের অনুপাত। এটি একটি নিষ্কাশন অববাহিকার আকৃতি এবং এর হাইড্রোলজিক্যাল সক্ষমতা (Hydrological efficiency) কে প্রতিনিধিত্ব করে (Horton, 1945)। এটির উচ্চতর মান একটি বৃত্তাকার আকৃতি নির্দেশ করে এবং নিম্নতর মান একটি দীর্ঘায়িত অববাহিকা নির্দেশ করে (Strahler, 1964)।

Lar = A/Lb2, যেখানে, Lb=অববাহিকার দৈর্ঘ্য(কিমি) A= আয়তন (বর্গ কিমি)	Horton (1932)

১২. প্রবাহ কম্পাঙ্ক (Stream Frequency)

প্রবাহ কম্পাঙ্ক (Fs) হলো একটি নিষ্কাশন অববাহিকার মধ্যে সমস্ত ক্রমের মোট প্রবাহ অংশের সংখ্যার সাথে মোট অববাহিকা এলাকার অনুপাত। এটি নিষ্কাশন নেটওয়ার্কের গঠনকে প্রতিফলিত করে (Horton, 1945)। এটি প্রবাহের সম্ভাবনা এবং নিষ্কাশন সক্ষমতা নির্দেশ করে (Strahler, 1964)। প্রবাহ কম্পাঙ্ক একটি অববাহিকার মধ্যে স্রোতের চ্যানেলগুলির ঘনত্ব পরিমাপ করে এবং ভূখন্ডের ব্যাপ্তিযোগ্যতা এবং নিষ্কাশনের উপর কাঠামোগত নিয়ন্ত্রণ মূল্যায়ন করতে ব্যবহৃত হয় (Schumm, 1956)।

Fs= Nu/A, যেখানে, A= আয়তন (বর্গ কিমি) Nu= u-ক্রমের স্রোতের সংখ্যা	Horton (1932)

১৩. নিষ্কাশন ঘনত্ব (Drainage Density)

নিষ্কাশন ঘনত্ব (Dd) হল একটি অববাহিকার সমস্ত প্রবাহের মোট দৈর্ঘ্য এবং মোট ক্ষেত্রফলের ভাগফল। এটি চ্যানেলগুলির মধ্যে দূরত্বের ঘনিষ্ঠতা নির্দেশ করে (Horton, 1945)। এটি জলপ্রবাহের বৈশিষ্ট্য, মাটির ব্যাপ্তিযোগ্যতা এবং বৃষ্টিপাতের প্রতি অববাহিকার প্রতিক্রিয়া মূল্যায়ন করতে ব্যবহৃত হয় (Strahler, 1964)।

Dd=Lu/A, যেখানে, A= আয়তন (বর্গ কিমি) Lu = সমস্ত প্রবাহের মোট দৈর্ঘ্য	Horton (1932)

১৪. জল অনুপ্রবেশ অনুপাত/সংখ্যা (Infiltration Ratio/Number)

জল অনুপ্রবেশ অনুপাত (Ig) হল নিষ্কাশন ঘনত্বের বিপরীত এবং এটি অববাহিকার উপরিভাগের জলপ্রবাহ তৈরির পরিবর্তে বৃষ্টিপাত পরিশোষণ করার সক্ষমতা নির্দেশ করে (Horton, 1945)। অনুপ্রবেশ সংখ্যা (Ig) ভূগর্ভস্থ জল পুনঃচালনের সম্ভাবনা মূল্যায়নে সহায়তা করে এবং বন্যার ঝুঁকি বিশ্লেষণে ব্যবহৃত হয় (Schumm, 1956)।

Ig= Fs*Dd, যেখানে,Fs= প্রবাহ কম্পাঙ্ক, Dd= নিষ্কাশন ঘনত্ব	Faniran (1968)

১৫. প্রবাহ বুনট (Drainage Texture)

প্রবাহ বুনট (T) হলো মূলত একটি নিষ্কাশন অববাহিকার মধ্যে স্রোতের আপেক্ষিক ব্যবধান এবং প্রবাহকম্পাঙ্কের পরিমাপক। এটি মাটির ধরণ, লিথোলজি এবং ঢাল দ্বারা প্রভাবিত হয় (Smith, 1950)। এটি একটি নিষ্কাশন প্যাটার্নের রুক্ষতা বা সূক্ষ্মতা পরিমাপ করে, উচ্চতর মান সূক্ষ্ম জমিন এবং বৃহত্তর ব্যবচ্ছেদ নির্দেশ করে (Horton, 1945)। একটি অববাহিকার প্রবাহ বুনট প্রবাহকম্পাঙ্ক এবং নিষ্কাশন ঘনত্বের উপর ভিত্তি করে ল্যান্ডস্কেপগুলিকে সূক্ষ্ম, মাঝারি এবং মোটা নিষ্কাশন বিভাগে শ্রেণীবদ্ধ করতে ব্যবহৃত হয় (Strahler, 1964)।

T = Nu/P; যেখানে, Nu = u-ক্রমের স্রোতের সংখ্যা, P = অববাহিকার পরিসীমা	Horton (1945)

১৬. ভূ-পৃষ্ঠস্থ প্রবাহ দৈর্ঘ্য (Length of overland flow)

ভূ-পৃষ্ঠ প্রবাহের দৈর্ঘ্য (Lg) হলো জলপ্রবাহগুলো একটি নির্দিষ্ট চ্যানেলে প্রবেশের আগে ভূমি পৃষ্ঠের উপর দিয়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তার গড়। এটি ভূমিক্ষয় এবং পলি পরিবহনকে প্রভাবিত করে (Horton, 1945)। এটি নিষ্কাশন ঘনত্বের অর্ধেক এবং জলপ্রবাহের বৈশিষ্ট্য এবং অনুপ্রবেশ সম্ভাবনা সম্পর্কে অন্তর্দৃষ্টি প্রদান করে (Schumm, 1956)।

Lg=A/2Lu, যেখানে, A= আয়তন (বর্গ কিমি), Lu = সমস্ত প্রবাহের মোট দৈর্ঘ্য	Horton (1945)

১৭. সর্বোচ্চ উচ্চতা

সর্বোচ্চ উচ্চতা (Ma) হলো একটি নিষ্কাশন অববাহিকার মধ্যে সর্বোচ্চ বিন্দু। এটি জলতাত্ত্বিক বিশ্লেষণে একটি অপরিহার্য পরিমাপক (Strahler, 1952)। এটি একটি অববাহিকার সর্বোচ্চ উচ্চতার প্রতিনিধিত্ব করে এবং জলতাত্ত্বিক প্রতিক্রিয়া, স্রোতের গ্রেডিয়েন্ট এবং সিস্টেমের মধ্যে সম্ভাব্য শক্তিকে প্রভাবিত করে (Schumm, 1956)।

১৮. সর্বনিম্ন উচ্চতা

ন্যূনতম উচ্চতা (Mi) বলতে একটি নিষ্কাশন অববাহিকার মধ্যে সর্বনিম্ন বিন্দুকে বোঝায়, এই বিন্দু সাধারণত মূল প্রবাহের নির্গমনপথ বা মুখে অবস্থিত (Strahler, 1952)।

১৯. অববাহিকার উচ্চতা (Basin Relief)

অববাহিকার উচ্চতা (Hb) হল একটি নিষ্কাশন অববাহিকার মধ্যে সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন উচ্চতার মধ্যে পার্থক্য। এটি অববাহিকার মোট উল্লম্ব সীমার প্রতিনিধিত্ব করে (Schumm, 1956)। ভূমি ক্ষয়ের হার, ঢালের স্থিতিশীলতা এবং প্রবাহের শক্তি বোঝার জন্য এটি একটি গুরুত্বপূর্ণ উপাদান (Strahler, 1952)। এটি সময়ের সাথে সাথে পলি পরিবহন, স্রোতের বেগ এবং ভূদৃশ্য বিবর্তনকে প্রভাবিত করে (Horton, 1945)।

Hb = Ma – Mi, যেখানে, Ma= সর্বোচ্চ উচ্চতা, Mi= সর্বনিম্ন উচ্চতা	Schumm (1956)

২০. বন্ধুরতা অনুপাত (Relief Ratio)

বন্ধুরতা অনুপাত (Rh) হলো মূল প্রবাহের সমান্তরাল অববাহিকা বরাবর দীর্ঘতম অনুভূমিক দূরত্বের সাথে অববাহিকার উচ্চতার অনুপাত। এটি জলাধারের সামগ্রিক খাড়তা নির্দেশ করে

(Schumm, 1956)। এটি জলাধারের স্থিতিশীলতা, স্রোতের বেগ এবং পলি পরিবহন গতিবিদ্যাকে প্রভাবিত করে (Horton, 1945)।

Rh= Hb/Lb, যেখানে, Hb= অববাহিকার উচ্চতা, Lb= মূল প্রবাহের সমান্তরাল অববাহিকা বরাবর দীর্ঘতম অনুভূমিক দূরত্ব	Schum (1963, 1956)

ফলাফল বিশ্লেষণ

টাংগন নদীর ভূ-রূপমিতিক বৈশিষ্ট্য অববাহিকা এলাকার রৈখিক, জ্যামিতিক, বুনট ও বন্ধুরতা বৈশিষ্ট্যের মাধ্যমে নিরূপিত হয়েছে। নদী অববাহিকায় সম্পাদিত গবেষণামূলক অনুসন্ধান ও বিশ্লেষণে প্রাপ্ত ফলাফল উপস্থাপিত হয়েছে।

টাংগন নদীর ভূ-রূপমিতিক বিশ্লেষণ

নিষ্কাশন ধরণ

অধ্যয়ন এলাকার নিষ্কাশন ধরণ ডেনড্রাইটিক। কারণ উপপ্রবাহগুলি মূল প্রবাহের সাথে স্থুল কোণে মিলিত হয় (চিত্র ৪)। এটি গাছের শাখার সাথে সাদৃশ্যপূর্ণ একটি প্রচলিত ধরণ (Chowdhury, M.S., 2024)। ভূপৃষ্ঠের ভূতাত্ত্বিক, পৃষ্ঠের গঠন, ঢাল, স্থানীয় ভূ-প্রকৃতি এবং ভূখন্ডের অবস্থার মতো বিষয়গুলি নিষ্কাশন প্যাটার্নেও গঠন এবং আকৃতিকে প্রভাবিত করে (Bahrami et al., 2023; Hammouda et al., 2023)। টাংগন নদী অববাহিকার নিষ্কাশন ধরণ ও গাঠনিক ও আকৃতিগত দিক দিয়ে সংশ্লিষ্ট এলাকার ভূতাত্ত্বিক গঠন, ঢাল, ভূ-প্রাকৃতিক বিভিন্ন উপজীব্যকে প্রভাবিত করে থাকে।

রৈখিক বৈশিষ্ট্য

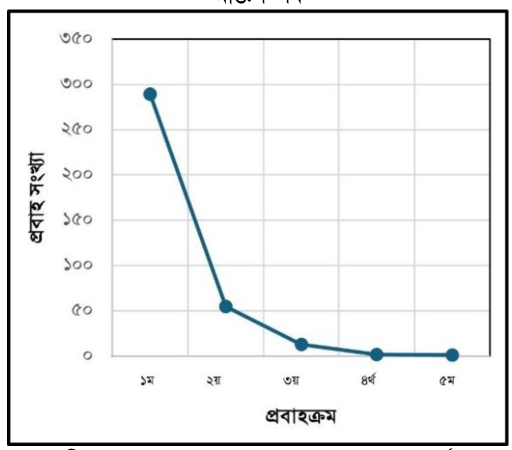
রৈখিক বৈশিষ্ট্য নিরূপণে সাধারণভাবে দ্বিমাত্রিক পরিসরের বৈশিষ্ট্যগুলো বিশ্লেষণ করা হয়। টাংগন নদী অববাহিকায় মোট ৪৭৯টি প্রবাহ রয়েছে। এটি পঞ্চম-শ্রেণীর অববাহিকা হিসেবে শ্রেণীবদ্ধ। এতে ২৩৯টি প্রথম-শ্রেণীর প্রবাহ, ৬২টি দ্বিতীয়-শ্রেণীর প্রবাহ, ৬টি তৃতীয়-শ্রেণীর প্রবাহ, ২টি চতুর্থ-শ্রেণীর প্রবাহ এবং ১টি পঞ্চম-শ্রেণীর প্রবাহ রয়েছে। নদী অববাহিকায় নিম্ন-শ্রেণীর নদী প্রবাহের সংখ্যা বেশি হলে জলপ্রবাহ বৃদ্ধি পায় (Mahala, 2019)। টাংগন অববাহিকায় নিম্ন-শ্রেণীর নদী প্রবাহের আধিক্য ভারী বৃষ্টিপাতের সময় বন্যার সম্ভাবনাকে নির্দেশ করে (Bayer et al., 2018; Korup, 2006)। টাংগন অববাহিকার মোট প্রবাহের দৈর্ঘ্য ১৫১৩.২২৩ কিমি। প্রবাহ, প্রবাহের সংখ্যা এবং প্রবাহ দৈর্ঘ্যের মধ্যে সম্পর্ক চিত্র ৩ (ক ও খ) এ দেখানো হয়েছে।

সারণি ২ঃ টাংগন অববাহিকার প্রবাহের রৈখিক ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ

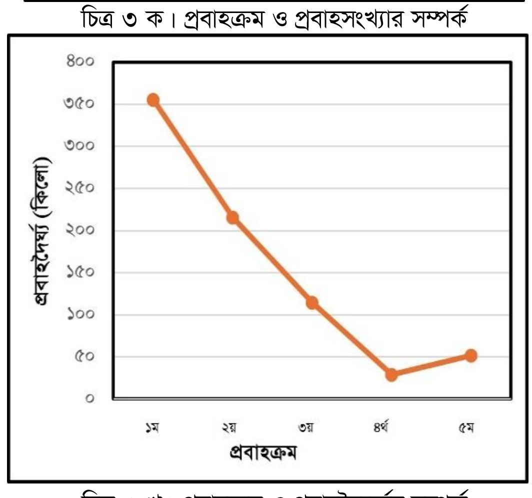
ক্রম (Stream order)	প্রবাহের সংখ্যা (No of Stream)	মোট প্রবাহ	মোট দৈর্ঘ্য	দ্বিখন্ডন অনুপাত (Bifurcation ratio)	গড় দ্বিখন্ডন অনুপাত
১	২৩৮	৩০৯	৭৪৮.৩২৪	৩.৮৪	৪.৭
২	৬২		৪৪২.৫৯৪	১০.৩৩	
৩	৬		১০৩.০৬৬	৩	
৪	২		১৫৫.৮১৩	২	
৫	১		৬৩.৪২৮		

[উৎসঃ গবেষকগণ, ২০২৫]

টাংগন নদী অববাহিকার রৈখিক পরিমাপকসমূহের মধ্যে আন্তঃসম্পর্ক



চিত্র ৩ ক। প্রবাহক্রম ও প্রবাহসংখ্যার সম্পর্ক



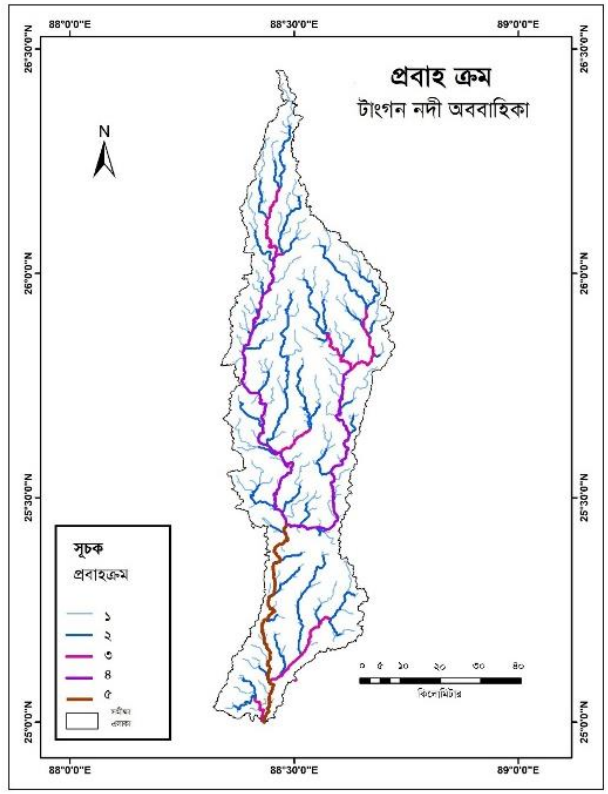
চিত্র ৩ খ। প্রবাহক্রম ও প্রবাহদৈর্ঘ্যের সম্পর্ক

[উৎস গবেষকগণ, ২০২৫]

চিত্র ৩ক ও ৩খ এর মাধ্যমে অববাহিকা অঞ্চলে প্রবাহক্রম ও প্রবাহসংখ্যার সম্পর্ক থেকে পরিলক্ষিত হয় যে, নিম্নক্রমিক প্রবাহ অর্থাৎ প্রাথমিক প্রবাহের আধিক্য রয়েছে। একইসাথে প্রবাহদৈর্ঘ্য বিবেচনায় প্রাথমিক প্রবাহের সম্মিলিত দৈর্ঘ্য অন্যান্য প্রবাহদৈর্ঘ্যের চেয়ে বেশি। ভূতাত্ত্বিকভাবে প্রাথমিক প্রবাহ অগভীর থেকে মধ্যমানের গভীরতা এবং বিপুল গতিবেগে প্রবাহকে নির্দেশ করে। এই প্রাথমিক প্রবাহের আধিক্য টাংগন অববাহিকায় জলপ্রবাহের ধরণে প্রভাব রাখে। আকস্মিক জলপ্রবাহ এই অঞ্চলকে প্লাবিত করবে এমন একটি সম্ভাবনার ব্যাপারে ধারণা পোষণ করা যেতে পারে।

অববাহিকার জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্য

জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্য নিরূপণ করতে মূলত অববাহিকার আকার, ভূমিরূপের গঠন এবং নিষ্কাশন সংশ্লিষ্ট বৈশিষ্ট্যগুলো আমলে নিয়ে দৈর্ঘ্য, আয়তন, পরিসীমা এই জাতীয় জ্যামিতিক পরিমাপকসমূহ বিশ্লেষণ করা হয়েছে। সারণি-২ এই বিশ্লেষণের ফলগুলোকে নির্দেশ করছে। টাংগন অববাহিকার জ্যামিতিক বৈশিষ্ট্য প্রতিফলিত করার পরামিতিগুলি সারণি **১** এ বিস্তারিতভাবে বর্ণনা করা হয়েছে। এ অববাহিকা ৩৩২৯.৫৬ বর্গকিলোমিটার বিস্তৃত এবং এর পরিধি ৫৬৯.১৭ কিমি। এই অববাহিকার আপেক্ষিক পরিধি (Pr) ৫.৯৩।



চিত্র ৪: টাংগন নদীর প্রবাহক্রম। [উৎসঃ গবেষকগণ, ২০২৫]

সমীক্ষা অববাহিকার উৎস থেকে অববাহিকার মুখ পর্যন্ত রৈখিক দূরত্ব **১**৬০ কিমি। (Chorley et al., 1957) এর সমীকরণ ব্যবহার করে গণনা করা অববাহিকার আকারের (Lemniscate) মান ২.৩। এই মান নিম্ন প্রবাহক্রম অববাহিকায় উচ্চতর জলসূচনা (inception) কে নির্দেশ করে (Joy et al., 2023)। লেমনিস্কেটের অনুপাত এবং অববাহিকার দৈর্ঘ্য ইঙ্গিত দেয় যে নিম্ন ক্রম প্রবাহগুলি, তাদের কম দূরত্বের সাথে, বক্রতা প্রদর্শন করে। অপরদিকে যেখানে উচ্চ প্রবাহক্রমগুলি নিষ্কাশন অববাহিকার দৈর্ঘায়নে অবদান রাখে (Das et al., 2022; Mishra et al., 2023)।

সারণি ৩ঃ অববাহিকার জ্যামিতিক পরিমাপকসমূহ

ক্রম	পরিমাপকসমূহ	ফলাফল
১	অববাহিকার আয়তন (কিলোমিটার)২ (Basin Area)	৩৩৩৯.৫৬
২	অববাহিকার পরিসীমা (কিলোমিটার) (Basin Perimeters)	৫৬৯.১৭
৩	আপেক্ষিক পরিসীমা (Relative Perimeter)	৫.৯৩
৪	অববাহিকার আকার (Basin Lemniscate)	২.৩
৫	অববাহিকার দৈর্ঘ্য (কিলোমিটার) (Basin Length)	১৬০
৬	অববাহিকার গঠন উপাদান (Form-Factor)	০.১৩২

[সূত্রঃ গবেষকগণ, ২০২৫]

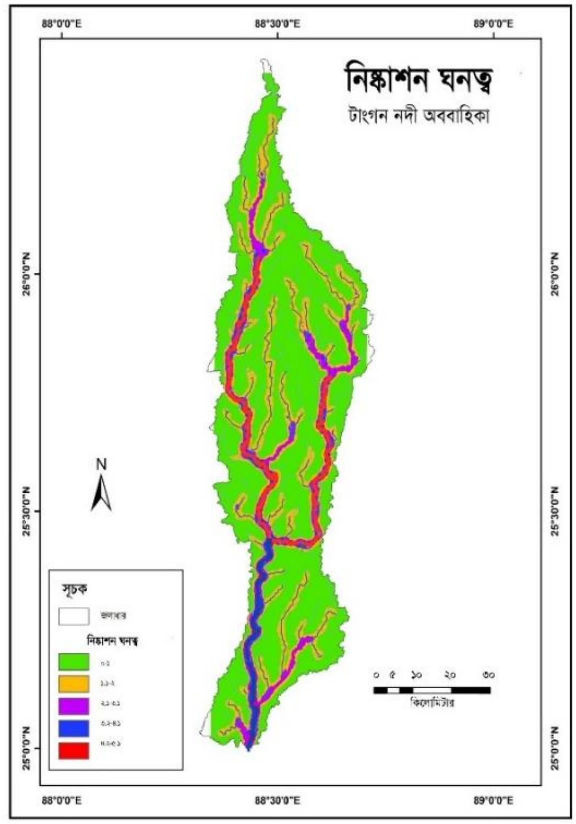
অববাহিকার বুনট বৈশিষ্ট্য

অববাহিকার বুনট (Texture) মূলত সংশ্লিষ্ট এলাকার বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের স্থানিক নিরীক্ষণ করে থাকে। বিশেষত অববাহিকা সীমানার মধ্যে থাকা প্রবাহগুলোর স্থানিক গঠন ও নিরীক্ষণ করে থাকে । অববাহিকার বুনট এর পরামিতিগুলির মধ্যে রয়েছে প্রবাহ কম্পাঙ্ক (Fs), নিষ্কাশন ঘনত্ব (Dd), অনুপ্রবেশ অনুপাত/সংখ্যা, গঠন অনুপাত (T), এবং ভূ-পৃষ্ঠস্থ প্রবাহ দৈর্ঘ্য (Lar)। টাংগন অববাহিকার পরিমাপিত বুনট পরামিতিগুলি সারণি ৩ এ বর্ণনা করা হয়েছে।

সারণি ৪ঃ বুনট বৈশিষ্ট্যের ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ

ক্রম	পরিমাপকসমূহ	ফলাফল
১	প্রবাহ-কম্পাঙ্ক (Stream Frequency)	০.০৯৩
২	নিষ্কাশন ঘনত্ব (Drainage Density)	০.৪৪৮
৩	নিষ্কাশন বুনট (Drainage Texture)	০.৩১৬
৪	জল অনুপ্রবেশ সংখ্যা (Infiltration Number)	১.১২
৫	ভূ-পৃষ্ঠস্থ প্রবাহ দৈর্ঘ্য (Length of Overland Flow)	০.০৬৪

[উৎস গবেষকগণ, ২০২৫]



চিত্র ৫: টাংগন নদীর নিষ্কাশন ঘনত্ব। [উৎসঃ গবেষকগণ, ২০২৫]

৪। বন্ধুরতা বিশ্লেষণ

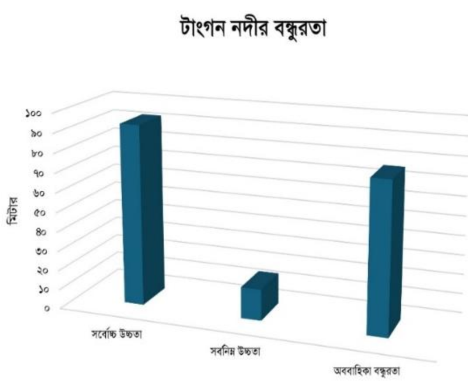
অববাহিকার উল্লম্ব দিক এবং উচ্চতার তারতম্য সম্পর্কে বন্ধুরতার বৈশিষ্ট্যগুলির মাধ্যমে ধারণা করা যায়। সেইসাথে অববাহিকা এলাকার ভূখন্ড, ভূ-প্রাকৃতিক বৈশিষ্ট্য এবং ভূমিরূপের বিস্তারিত বর্ণনা সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করা যায়। পরিমাপ করা অববাহিকার বন্ধুরতা (Relief) বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে রয়েছে সর্বোচ্চ উচ্চতা (Ma), সর্বনিম্ন উচ্চতা (Mi), অববাহিকার বন্ধুরতা (Bh), এবং বন্ধুরতার অনুপাত (Rh)।

সারণি ৫ঃ টাঙন নদী অববাহিকার বন্ধুরতার বৈশিষ্ট্য

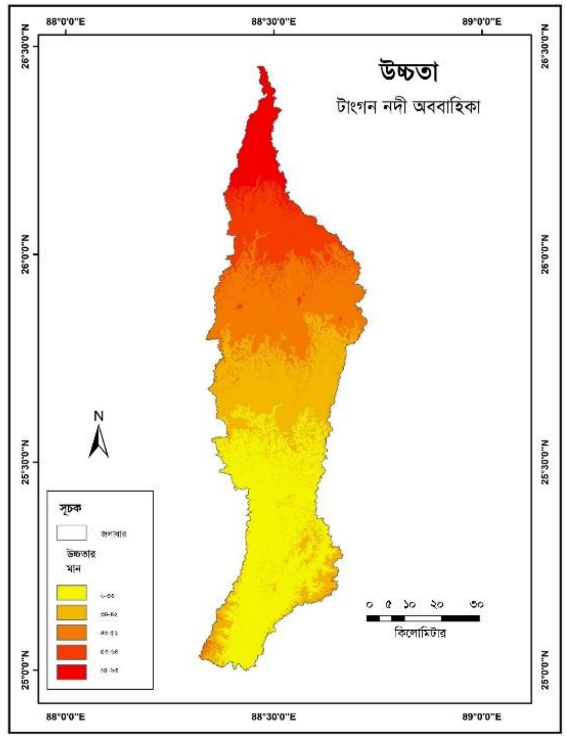
ক্রম	পরিমাপকসমূহ	ফলাফল
১	সর্বোচ্চ উচ্চতা (Maximum Elevation)	৯৩ মি
২	সর্বনিম্ন উচ্চতা (Minimum Elevation)	১৬ মি
৩	অববাহিকার বন্ধুরতা (Basin Relief)	৭৭
৪	বন্ধুরতার অনুপাত (Relief Ratio)	০.৪৮

[উৎসঃ গবেষকগণ, ২০২৫]

চিত্র (৬) এ টাংগন নদী অববাহিকার সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন উচ্চতার গ্রাফ চিত্রিত হয়েছে। অববাহিকার ঢাল সম্পর্কে একটি ধারণা এই চিত্র থেকে পাওয়া যায়। একটি অববাহিকার ঢাল এর বৈশিষ্ট্য জলপ্রবাহ, প্রবাহের গতি, পলি জমা হওয়ার পরিমাণ ও ধরণ সম্পর্কে বৈচিত্রময় ধারণার উদ্রেক করে। টাংগন নদী অববাহিকায় সর্বোচ্চ উচ্চতা ৯৩ মিটার এবং সর্বনিম্ন উচ্চতা ১৬ মিটার। কিন্তু এই সংখ্যা থেকেই ঢাল সম্পর্কিত কোনো সিদ্ধান্তে আসা সমীচীন নয়। এর জন্য সরেজমিন পর্যবেক্ষণ ও ঢাল নির্ণয়ের পদ্ধতিসমূহ অনুসরণ করতে হবে। এই গবেষণায় প্রাপ্ত বন্ধুরতার অনুপাত ০.৪৮। এই অনুপাতের মান একেবারে নগণ্য নয়। এজন্য কিছুটা ধারণা করা যেতে পারে এই নদী অববাহিকার ঢাল মোটেও নিয়মিত নয় বরং অনিয়মিত এবং এই নদীর পলি পরিবহণের ভিন্নতা থাকতে পারে। এসব বৈশিষ্ট্য অনেকাংশেই সংশ্লিষ্ট এলাকার ভূমিরূপ দ্বারা প্রভাবিত হয়। বাংলাদেশের উত্তরাঞ্চলের বৈচিত্রময় ভূমিরূপ এই ভিন্নতাগুলোকে প্রকট করে তোলে।



চিত্র ৬ঃ টাংগন নদীর বন্ধুরতার চিত্র



চিত্র ৭: টাংগন নদী অববাহিকার উচ্চতা। [উৎসঃ গবেষকগণ, ২০২৫]

চিত্র (৪), (৫) ও (৭) এ যথাক্রমে টাংগন নদী অববাহিকার প্রবাহক্রম, নিষ্কাশন ঘনত্ব, উচ্চতার পরিমাপ মানচিত্রের মাধ্যমে প্রদর্শিত হয়েছে। মানচিত্রায়নের জন্য গবেষক জিআইএস প্রযুক্তি ব্যবহার করেছেন। এই মানচিত্রগুলো বিশ্লেষণ করলে ভূপ্রাকৃতিক বিভিন্নতা এবং ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহের বিস্তরণ সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়। চিত্র ৪ তে প্রবাহক্রম এবং প্রবাহসমূহ চিত্রিত হয়েছে। নিম্ন ক্রমিক প্রবাহের প্রাধান্যতা এই অববাহিকাকে কীভাবে বিস্তরণ করে আছে, তা এই চিত্রে প্রদর্শিত হয়েছে। চিত্র ৫ নিষ্কাশন ঘনত্বকে প্রকাশ করেছে। এই চিত্রে বিভিন্ন প্রবাহ অংশ কীভাবে জল নিষ্কাশনে ভূমিকা রাখছে এবং কোন অংশে ঘনত্বের আধিক্য আছে তা সুনির্দিষ্টভাবে প্রকাশ পেয়েছে। চিত্র ৭ এই অববাহিকার উচ্চতার ভিন্নতাকে প্রকাশ করেছে। এগুলো অববাহিকা এলাকায় বিভিন্ন ভূ-প্রাকৃতিক বিভিন্নতা, বৈচিত্রতা এবং পানিপ্রবাহের সাথে সংশ্লিষ্ট বিভিন্ন পদ্ধতিগত ঘটনাবলীর মিথস্ক্রিয়ার পথ উন্মুক্ত করে দেয়। এই মিথস্ক্রিয়ার বন্টনে বিভিন্ন পরিসরিক ও কালিক মাত্রা বৈচিত্রতা আনয়ন করে। আর এভাবেই ভূ-প্রাকৃতিক ঘটনাবলী ঘটে থাকে।

উপসংহার

কোনো অঞ্চলের ভূ-প্রাকৃতিক বৈচিত্র শুধু ঐ অঞ্চলের ভূমিরূপকাঠামোর ভিন্নতা দান করে তাই নয় বরং ঐ এলাকায় সংঘটিত ভূপ্রাকৃতিক ঘটনাবলীকেও প্রভাবিত করে। ভূ-রূপমিতিক পরিমাপকসমূহ মূলত এ ভূ-প্রাকৃতিক উপাদানসমূহের বৈশিষ্ট্য নিরূপণের একটি পদ্ধতি। প্রবাহের ধরণ, ব্যপ্তি, গঠন, কাঠামোবদ্ধতা, সুগঠিত নেটওয়ার্ক প্রভৃতি অববাহিকার ভূ-প্রাকৃতিক বৈচিত্রময়তাকেই নির্দেশ করে থাকে। এই ভিন্নতা ঐ অঞ্চলের ভূপ্রাকৃতিক পরিবেশকে মারাত্মকভাবে প্রভাবিত করে। গবেষণায় প্রাপ্ত ফলাফল বিশ্লেষণে দেখা যায়, টাংগন নদী অববাহিকার ভূমির গড় উচ্চতা সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে উল্লেখযোগ্য হারে অধিক হওয়ার দরুন প্লাবনের সম্ভাবনা কম বলে মনে হলেও ভূ-রূপমিতিক পরিমাপ বিবেচনায় প্রাথমিক পর্যায়ের প্রবাহক্রমের আধিক্য এই অঞ্চলকে পরিবেষ্টন করে রেখেছে যার ফলে আকস্মিক বন্যায় প্লাবিত হওয়ার শঙ্কা আছে। প্রবাহের রৈখিক, জ্যামিতিক, গাঠনিক ও বন্ধুরতার পরিমাপ বিশ্লেষণ করলে ধারণা করা যায় এই অঞ্চলে খুবই সুনিয়ন্ত্রিত প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া বিদ্যমান আছে যা প্রতিনিয়ত এই এলাকার প্রাকৃতিক পরিবেশকে প্রভাবিত করে চলেছে। সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন অববাহিকার উচ্চতা পরিমাপ করে এই অঞ্চলের ঢালের গতিপ্রকৃতি সম্পর্কেও একটি ধারণা তৈরি হয়। আধুনিক আর্ক জিআইএস ১০.২ প্রযুক্তি ব্যবহার করে ভূ-রূপমিতিক বিশ্লেষণ এবং মাইক্রোসফট এক্সেল ব্যবহার করে পরিমাপকসমূহের মধ্যেকার আন্তঃসম্পর্ক নিরূপণ গবেষণাটিতে নতুন মাত্রা যোগ করেছে। উক্ত গবেষণাটি উক্ত অঞ্চলের জন্য পরিকল্পনা প্রণয়ন, জলতাত্ত্বিক সিদ্ধান্ত প্রণয়ন ও বাস্তবায়ন এবং অববাহিকার সুষ্ঠু ব্যবস্থাপনায় সহায়ক হবে।

তথ্যসূত্র

Bahrami, S., Stokes M., (2023). *Analyzing drainage basin orientation and its relationship to active fold growth (Handun anticline, Zagros, Iran)*, Geomorphology 426 ,108605, https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2023.108605.

Bayer, T.A., and Gokkaya, E., (2018) ¨*Assessment of landslide-triggering factors and occurrence using morphometric parameters in Geyraz Basin, Tokat, Northern Turkey,* Environ. Earth Sci. 77 1–20, https://doi.org/10.1007/s12665-018-7315-8.

Brammer, H., (1996). "*The Geography of the Soils of Bangladesh"*, University Press Limited, Dhaka.

Chorley, R. J., & Kennedy, B. A. (1971). *Physical geography: A systems approach*. Prentice-Hall.

Chowdhury, M.S., (2024). *Morphometric analysis of Halda River basin, Bangladesh, using GIS and remote sensing techniques*, Heliyon, Volume 10, Issue 7, e29085.

Dalarsson, M., Dalarsson, N., (2015) *21 - Applications of the Schwarzschild Metric, Tensors, Relativity, and Cosmology (Second Edition)*, Academic Press, Pages 183-195, ISBN 9780128033975, https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803397-5.00021-2.

(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128033975000212)

Gupta, N., Mathew, A., & Khandelwal, S. (2020). *Spatio-temporal impact assessment of land use/land cover (LU-LC) change on land surface temperatures over Jaipur city in India*. International Journal of Urban Sustainable Development, *12*(3), 283–299. https://doi.org/10.1080/19463138.2020.1727908.

Hammouda, S.A.I., Mahmoud, S.A.E.A., (2023). *Analysis of morphometric parameters and Radioactive characteristics using remote sensing data and GIS techniques in the Wadi Wizr Basin Area, central eastern Desert, Egypt*, J. Geosci. Environ. Protect. 11 (6) 197–219, https://doi.org/10.4236/gep.2023.116014.

Horton, R. (1932). *Drainage basin characteristics*. Transactions of the American Geophysical Union, 13, 350-361.

Horton, R. E. (1945). *Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrophysical approach to quantitative morphology.* Geological Society of America Bulletin, 56(3), 275-370.

Joy, MdA., Upaul, S.K., Fatema, Amin, F.M., (2023) *Application of GIS and remote sensing in morphometric analysis of river basin at the south-western part of Great Ganges Delta,*

Bangladesh, Nord. Hydrol 54 -739–755, https://doi.org/10.2166/nh.2023.087

Korup, O., Strom, A.L. and Weidinger, J.T. (2006) *Fluvial Response to Large Rock-Slope Failures: Examples from the Himalayas, the Tien Shan, and the Southern Alps in New Zealand.* Geomorphology, 78, 3-21. http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.01.020

Leopold, L. B. and Maddock, T., (1953), *The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications*, USGS professional paper 252, pp1-57.

Mahala, A. (2019). *The significance of morphometric analysis to understand the hydrological and morphological characteristics in two different morpho-climatic settings.* Applied Water Science, 10. https://doi.org/10.1007/s13201-019-1118-2.

Miller, V. C. (1953). *A quantitative geomorphic study of drainage basin characteristics in the Clinch Mountain area, Virginia and Tennessee*. Columbia University, Department of Geology.

Mishra, A. K., Upadhyay, A., Mishra, P. K., Srivastava, A., & Rai, S. C. (2023). *Evaluating geo-hydrological environs through morphometric aspects using geospatial techniques: a case study of Kashang Khad watershed in the Middle Himalayas, India*. Quaternary Science Advances, *11*, 100096.

Pal, Swades & Saha, Arpita & Das, Tithi. (2018). *Analysis of Flow Modifications and Stress in Tangon River Basin of Barind Tract*. International Journal of River Basin Management. 17. 1-54. 10.1080/15715124.2018.1546714.

Saha, S., Das, J., & Mandal, T. (2022). *Investigation of the watershed hydro-morphologic characteristics through morphometric analysis: a study on Rayeng basin in Darjeeling Himalaya*. Environmental Challenges, *7*, 100463.

Schumm, S. A. (1956). *Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey.* Geological Society of America Bulletin, 67(5), 597-646.

Singh, A., (1972). *Altimetric analysis: a morphometric techniques of landform study*, National Geography, 7, pp 59-68.

Smith, K. G. (1950). *Standards for grading textures of erosional topography.* American Journal of Science, 248(9), 655-668.

Strahler, A. N. (1952). *Dynamic basis of geomorphology.* Geological Society of America Bulletin, 63(9), 923-938.

Strahler, A. N. (1957). *Quantitative analysis of watershed geomorphology.* Transactions of the American Geophysical Union, 38(6), 913-920.

Strahler, A. N. (1964). *Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks*. In V. T. Chow (Ed.), Handbook of applied hydrology (pp. 4-39). McGraw-Hill.

বাংলাপিডিয়া (২০২১) । *বাংলাদেশের ভূ-প্রকৃতি*। Retrieved on 19 March 2025, at https://bn.banglapedia.org/index.php?title= ভূ_প্রকৃতি

সালেহীন, এম., (২০১৪) । *বাংলাপিডিয়া প্রবন্ধঃ টাংগন নদী*। Retrieved on 19 March 2025, at https://bn.banglapedia.org/index.php?title=টাংগন_নদী

বিশ্বাস, এ., (২০১১) । *বাংলাদেশের নদীকোষ*, গতিধারা, ঢাকা, পৃষ্ঠা ২১০-২১১।

হক, এম.ই., (২০১৭) । *বাংলাদেশের নদনদী*, অনুশীলন ঢাকা, পৃষ্ঠা ১৫২।

জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয় ভূগোল ও পরিবেশ সমীক্ষণ ৪৩:২০২৪ (পৃ. ১০১-১১৩)
Jahangirnagar Bishwavidyalay Bhugol O Paribesh Samikkhan 43:2024 (pp 101-113) *ISSN 1027-8567*

Morphometric Analysis of Northern Regional Transboundary Tangon River Basin

Eka Debnath[1], Bibi Hafsa[2], Mahib Reja[3]

1. Ph.D. Researcher, Department of Geography and Environment, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka-1342
2. Associate Professor, Department of Geography and Environment, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka-1342
3. Research Student, Department of Geography and Environment, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka-1342

Abstract: Morphometric analysis is a quantitative estimate of landform characteristics. River basins are traditionally regarded as the optimum areas for morphometric attributes measurement on Earth's surface. Morphometric factors can be approximated mathematically in consideration of the morphological characteristics of terrain. Estimation of these factors in a river basin enhances understanding on various environmental components such as biodiversity, hydrology, ecosystems, water flow, hydrologic cycle, and water resource management. Morphometric analysis is conducted in the current research on the Tangon River Basin, which is a transboundary river in northern Bangladesh. The principal objectives are to determine significant morphometric parameters, examine their interrelationship, and predict the implications of variation in their values on geomorphological processes in the basin. The study area of this research work, the Tangon River Basin, located in the areas of the Panchagarh and Thakurgaon districts, was delineated from satellite imagery, specifically Landsat 8, and Digital Elevation Model (DEM) was the source for the elevation information. Geographic Information System (GIS) techniques, which were carried out with ArcGIS 10.2 software, were also utilized for determining different morphometric parameters. They include stream order, stream number, stream length, bifurcation ratio, drainage density, and relief ratio, which are organized under linear, areal, and relief characteristics. The research indicates that the Tangon River Basin exhibits a dendritic drainage pattern, which is controlled primarily by high first-order stream densities. The research is helpful in acquiring knowledge about the hydrological response and the geomorphic evolution of the basin, as well as generating valuable information for flood hazard mapping and watershed planning.

Keywords: Morphometric Parameters, River Basin, GIS, RS, Drainage Pattern