জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয় ভূগোল ও পরিবেশ সমীক্ষণ ৪২:২০২৩ (পৃ. ৩৩-৪৫)
Jahangirnagar Bishwavidyalay Bhugol O Paribesh Samikkhan 42:2023 (pp 33-45) *ISSN 1027-8567*

ইউএভি (UAV) ব্যবহার করে উদ্ভিদের বৈশিষ্ট্য শণাক্তকরণ পদ্ধতিসমূহ ঃ সুবিধা ও অসুবিধা

তৌফিকুর রহমান[১]; জান্নাতুল কানিজ[১], এস, এম, হোজাইফা[১], মোনালিসা ফেরদৌস[২], মোঃ মাশুক মওলা অংকুর[৩], তানজিনুল হক মোল্লা[৪]

১. গবেষণা শিক্ষার্থী, ভূগোল ও পরিবেশ বিভাগ, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয়, সাভার, ঢাকা-১৩৪২, বাংলাদেশ।
২. রিসার্চ অ্যাসোসিয়েট, সেন্টার ফর প্রিসিশন এগ্রিকালচার (সিপিএ), সাভার, ঢাকা-১৩৪২।
৩. GIS Analyst, The Center for Environmental and Geographic Information Services (CEGIS), F-14/E,আগারগাঁও প্রশাসনিক এলাকা, শের-ই-বাংলা নগর, ঢাকা-১২০৭।
৪. অধ্যাপক, ভূগোল ও পরিবেশ বিভাগ, জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয়, সাভার, ঢাকা-১৩৪২।

সারসংক্ষেপ: উচ্চমানের ছবি বিশ্লেষণের মাধ্যমে উদ্ভিদের প্রজাতি শণাক্তকরণে ইউএভি (UAV) নতুন দিগন্তের উন্মোচন করেছে যা জীববৈচিত্র্য রক্ষায় দ্রুত ও নির্ভুলভাবে উদ্ভিদের সার্বক্ষণিক পর্যবেক্ষণে সক্ষম। গবেষণাটি ঢাকা জেলার অন্তর্গত সাভার উপজেলার পাথালিয়া ইউনিয়নের অন্তর্ভুক্ত ২.১ হেক্টর এলাকাজুড়ে সম্পন্ন হয়েছে যার তিনপাশ জলবেষ্টিত হওয়ায় জীববৈচিত্র্যময় সমীক্ষা এলাকাটিকে সহজেই পৃথক এবং গভীরতর বিশ্লেষণ সম্ভবপর করেছে। উদ্ভিদসমূহকে শণাক্তকরণের নিমিত্তে ডেটা সংগ্রহ ও উপাত্ত বিশ্লেষণে Pix4D, Agisoft ২.১.৩, ArcGIS ১০.৫ এবং ArcGIS Pro ৩.১.৫ ব্যবহার করে Digital Surface Model (DSM), Digital Terrain Model (DTM) নির্ণয়ের মাধ্যমে ভূমির ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতায় Canopy Height Model (CHM) এর মাধ্যমে উদ্ভিদের উচ্চতা নির্ণয় করা হয়েছে। গবেষণায় প্রাপ্ত ২৫টি প্রজাতির উদ্ভিদসমূহের উচ্চতা এবং ইনডেক্সগুলো পর্যালোচনা করলে দেখা যায়, প্রজাতিসমূহের উচ্চতা ২.৯২ মিটার থেকে ১৩.৬৪ মিটার পর্যন্ত হয়ে থাকে। পাশাপাশি ঝোপঝাড় বা গুল্মের Green Leaf Index (GLI) ০.২৭ এবং Normalized Green Red Difference Index (NGRDI) ০.৩৭, যা প্রাপ্ত উদ্ভিদ প্রজাতিসমূহের মধ্যে সবচেয়ে বেশি। এটি সুপিরিয়র লাইট রিফ্লেকটেন্স এবং সালোকসংশ্লেষণ ক্ষমতার নির্দেশক, যেখানে আবাদী জমির GLI মান (০.২১) সর্বনিম্ন এবং খেজুর গাছের NGRDI মান (০.১৪) সবচেয়ে কম সবুজ আলোর প্রতিফলন এবং কম সালোকসংশ্লেষণ দক্ষতার প্রতিফলন। ক্যানোপির ওভারল্যাপিং, গাছের ওপর ঘন লতা-পাতার আবরণ, জলাশয়ে শৈবালের উপস্থিতি এবং গাছের ছায়া স্পেক্ট্রাম ইনডেক্সকে জটিল করে তোলে। সুপারিশগুলোর মধ্যে রয়েছে UAV ডেটা বিশ্লেষণের এলগোরিদমকে আরো সহজ ও উন্নতকরণ এবং উদ্ভিদ প্রজাতি পর্যবেক্ষণ ও সংবেদনশীল পরিবেশে জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের জন্য প্রয়োজনীয় নীতিমালা প্রণয়ন।

কীওয়ার্ডসমূহ: UAV, DSM, DTM, CHM, GLI, NGRDI, প্রজাতি শণাক্তকরণ, জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণ, বাংলাদেশ।

১.০। ভূমিকা

পৃথিবীজুড়ে রয়েছে জীববৈচিত্র্যময় নানান প্রজাতির উদ্ভিদরাজি (Isbell et al., 2011)। এসব উদ্ভিদের প্রত্যেকের রয়েছে স্বকীয় বৈশিষ্ট্য যা নানাবিধ পদ্ধতি ও প্রযুক্তি ব্যাবহার এর মাধ্যমে শণাক্ত করা যায় (Hull, 1976)। তেমনি একটি প্রযুক্তি হলো ইউএভি (UAV), যা ভূমি থেকে শূণ্যে অবস্থান করে উচ্চমানের বহু-বর্ণের বা মাল্টিস্পেক্ট্রাল ছবি তুলতে সক্ষম (Mohsan et al., 2022)। এসব ছবি উদ্ভিদ প্রজাতির বিভিন্ন ধরনের বাহ্যিক বৈশিষ্ট্য যেমন: আকার-আকৃতি,বর্ণ, ভূমির ধরণ ও বর্ণালীর প্রতিফলনের উপর ভিত্তি করে প্রজাতিসমূহকে আলাদা করতে সক্ষম (Adão et al., 2017)। এছাড়াও দূর্গম অঞ্চলে, যেখানে পৌছানো কঠিন সেসব অঞ্চলে উচ্চমানের ছবি প্রদান ও জীববৈচিত্র্যের ব্যবস্থাপনায় ইউএভি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে যা জীববৈচিত্র্যকে ধ্বংসের হাত থেকে রক্ষা করতে সাহায্য করে (Librán-Embid et al., 2020)। একইসাথে এটি ব্যবহার করে বিভিন্ন প্রজাতির অভিযোজন এবং পরিবেশের তারতম্য নির্ণয় করা যায়,যা সময় ও অর্থ সাশ্রয়ী (Guimarães N et al., 2020)। প্রত্যেক উদ্ভিদ প্রজাতির বৃদ্ধি, রোগ-বালাই, এবং উচ্চফলনের ব্যবস্থাপনায় ইউএভি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে যা অর্থনৈতিক প্রবৃদ্ধিতে সহায়তা করে (Neupane et al., 2021)। এসব সুবিধার মাঝে কিছু অসুবিধাও রয়েছে যেমন- ইউএভি আবহাওয়ার

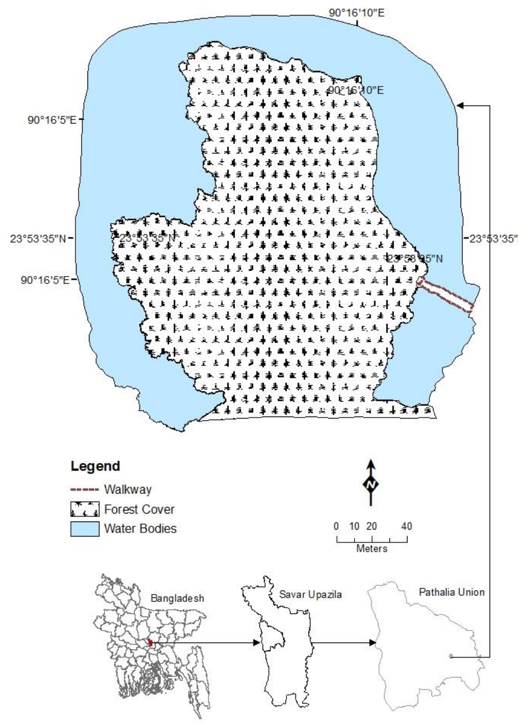
উপর অত্যন্ত নির্ভরশীল। আলো, বাতাস, মেঘ ও ছায়ার তারতম্যের ফলে ইউএভি সংগৃহীত ছবিসমূহের অস্পষ্টতার দরুণ একইজাতীয় উদ্ভিদের বৈশিষ্ট্যের পৃথকীকরণ জটিলতার সৃষ্টি করে (Dandois et al., 2015)। এছাড়াও গাছপালার বেশি ঘনত্বের দরুণ অনেকসময় বর্ণালিরেখাসমূহ ওভারল্যাপ করে যা উদ্ভিদের ভুল শ্রেণিবিন্যাস ঘটায় (Lin et al., 2015)।

বিভিন্ন আবহাওয়ার অঞ্চলে নির্দিষ্ট প্রজাতির উদ্ভিদের উপর ভিত্তি করে কয়েকটি গবেষণা সম্পন্ন হয়েছে। অল্পসংখ্যক গবেষণায় UAV ব্যবহার করে উদ্ভিদের প্রজাতি শণাক্তকরণের সুবিধার উপর আলোকপাত করা হয়েছে (Ferreira et al., 2015; Zaforemska et al., 2019; Lu et al., 2016)। কিন্তু কোথাও একই অঞ্চলের প্রতিটি উদ্ভিদের প্রজাতি শণাক্তকরণ দেখানো হয়নি। এছাড়াও উদ্ভিদের প্রজাতি শণাক্তকরণে কোথাও UAV এর সুবিধা ও অসুবিধা একই সাথে দেখানো হয়নি। ফলত বর্ণালিরেখা, ভূমির ধরণ ও বাহ্যিক বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে গবেষণা পত্রটি দুটি উদ্দেশ্যের উপর আলোকপাত করেছে। উদ্দেশ্য দুটি হলো- ১. UAV ভিত্তিক ছবি এবং রিমোট সেন্সিং প্রযুক্তি ব্যবহার করে ভিন্ন ভিন্ন বাস্তুসংস্থানে থাকা বিভিন্ন উদ্ভিদ প্রজাতির নির্ভূল শনাক্তকরণ ও মূল্যায়ন করা। ২. UAV ভিত্তিক বিভিন্ন উদ্ভিদ প্রজাতি শনাক্তকরণে মূল অসুবিধাসমূহ যেমন- তথ্য প্রক্রিয়াজাতকরণ, প্রাকৃতিক প্রভাবসমূহ এবং ব্যবস্থাপনার সীমাবদ্ধতাকে আমলে নিয়ে এর কার্যকরী সমাধান এবং উন্নয়নের সূযোগসমূহ চিহ্নিতকরণ।

২.০। তথ্যসূত্রের বিবরণ ও অনুসৃত কর্মপদ্ধতি

২.১। সমীক্ষা এলাকা নির্ধারণ

গবেষণা কর্মটির জন্য তিনপাশ জলঘেরা বৃক্ষ আচ্ছাদিত একটি স্থানকে নির্ধারণ করা হয়েছে যা অক্ষাংশ- ২৩ ডিগ্রী, ৫৩ মিনিট, ৩১.৪৩৯ সেকেন্ড উত্তর এবং দ্রাঘিমাংশ- ৯০ ডিগ্রী ১৬ মিনিট ১৫.৯৩৯ সেকেন্ড পূর্বে অবস্থিত। তিনপাশ জলঘেরা হওয়ায় বৃক্ষ আচ্ছাদিত অঞ্চলটিকে তার চারপাশ থেকে সহজেই আলাদা করা যায় যা গবেষণাটিকে অধিকতর সহজ এবং নির্ভুল করেছে। এটি বাংলাদেশের ঢাকা জেলার অন্তর্গত সাভার উপজেলার পাথালিয়া ইউনিয়নে অবস্থিত যা প্রায় ২.১ হেক্টর জায়গা জুড়ে ছড়িয়ে রয়েছে। এটি সমুদ্রপৃষ্ঠ থেকে ১০.৬২ মিটার উচ্চতায় অবস্থিত। বাংলাদেশ ক্রান্তিয় অঞ্চলে অবস্থিত হওয়ার দরুণ এখানকার বার্ষিক গড় তাপমাত্রা ৩০.১১ ডিগ্রী সেলসিয়াস যা বাংলাদেশের গড় তাপমাত্রা থেকে ২.৩৭% বেশি। অঞ্চলটিতে প্রতিবছর গড়ে প্রায় ৭৪.১১ মিলিমিটার বৃষ্টিপাত হয় (Global Historical Weather and Climate Data, 2024)।

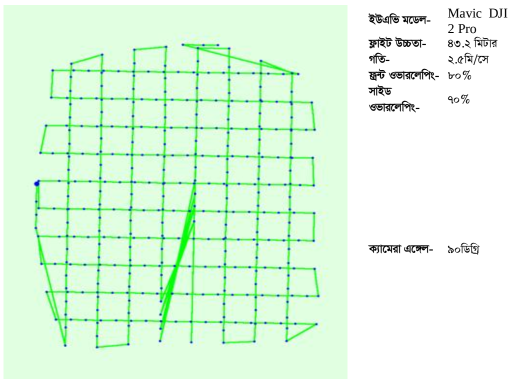


চিত্র ১: সমীক্ষা এলাকা যা সাভার উপজেলার পাথালিয়া ইউনিয়নে অবস্থিত। [উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

২.২। উপাত্ত সংগ্রহ ও বিশ্লেষণ পদ্ধতি

গবেষণা কর্মটি সম্পাদনের জন্য মাঠ পর্যায়ে প্রাথমিক উপাত্ত সংগ্রহের কাজ সম্পাদন করা হয়েছে। এজন্য নির্ধারিত সমীক্ষা অঞ্চলের উপর দিয়ে মাল্টিস্পেক্ট্রাল (RGB) সেন্সর সমন্বিত ইউএভি DJI Mavic 2 Pro ব্যবহার করে ম্যানুয়াল পদ্ধতিতে নির্দিষ্ট ফ্লাইট পথ নির্ধারণ করে ডাবল গ্রিডে ৩৬৫ টি ছবি সংগ্রহ করা হয়। দ্বিতীয় পর্যায়ে তথ্য সংগ্রহের কাজে নানাবিধ গবেষণাপত্র পর্যালোচনা করা হয়েছে যার মধ্যে রয়েছে বিভিন্ন একাডেমিক জার্নাল, আন্তর্জাতিক গবেষণাপত্র ও প্রাসঙ্গিক প্রকাশনা। এসব গৌণ তথ্য মাল্টিস্পেক্ট্রাল ইউএভি (আরজিবি) ব্যবহার করে উদ্ভিদ প্রজাতি শণাক্তকরণ পদ্ধতি এবং নানাবিধ তাত্ত্বিক পরিকাঠামো সম্বন্ধে গুরুত্বপূর্ণ ধারণা দিয়েছে যা পরবর্তীতে

প্রাথমিক ও গৌণ তথ্যের সমন্বয়ে ব্যাখ্যা ও বিশ্লেষণ করতে সহায়ক ভূমিকা পালন করেছে।



চিত্র ২: ফ্লাইট পথ, যার মাধ্যমে গবেষণা কর্মটি সম্পাদনের জন্য মাঠ পর্যায়ে প্রাথমিক উপাত্ত সংগ্রহের কাজ সম্পাদন করা হয়েছে।
উৎসঃ Pix4D থেকে সংকলিত (গবেষক কর্তৃক প্রদত্ত নির্দেশনা), ২০২৪।

ইউএভিকে সমীক্ষা অঞ্চলে নিয়ে Pix4D এপ্লিকেশন ব্যবহার করে নিম্নোক্ত নির্দেশনা প্রদান করে RGB ব্যান্ডে ৩৬৫টি ছবি সংগ্রহ করা হয় যা পরবর্তীতে Agisoft এপ্লিকেশনের মাধ্যমে বিভিন্ন স্থানে সংগৃহীত ছবিগুলোকে সমন্বিত করে সমীক্ষা অঞ্চলের পূর্ণাঙ্গ অর্থোইমেজ প্রস্তুত করা হয়। অতঃপর PlantNet এপ্লিকেশনের মাধ্যমে উদ্ভিদের প্রজাতিসমূহকে মাঠপর্যায়ে শণাক্ত করা হয়েছে।

২.৩। কর্মপদ্ধতি

এই গবেষণায় ডেটা সংগ্রহ, প্রক্রিয়াজাতকরণ ও বিশ্লেষণের জন্য Agisoft 2.1.3, Pix4D, ArcGIS 10.5 এবং ArcGIS Pro 3.1.5 টুল ব্যবহার করা হয়েছে। প্রাথমিক তথ্যসমূহ মাঠ পর্যবেক্ষণ এবং ইউএভি কর্তৃক গৃহীত ছবি থেকে সংগ্রহ করা হয়েছে যা প্রাপ্ত গৌণ তথ্যের মাধ্যমে পূর্ণতা পেয়েছে। ইউএভি কর্তৃক প্রাপ্ত ভিন্ন ভিন্ন ৩৬৫ টি ছবিকে Agisoft 2.1.3 সফটওয়্যারের মাধ্যমে সমন্বিত করে সম্পূর্ণ সমীক্ষা অঞ্চলের অর্থোইমেজ প্রস্তুত করা হয়। অতঃপর একই সফটওয়্যারে অর্থোফটোকে বিশ্লেষণ করে DEM ও DTM সম্বলিত ডেটাকে ArcGIS Pro 3.1.5 ব্যবহার করে CHM নির্ণয় করা হয়। এছাড়াও সমীক্ষা অঞ্চলের ম্যাপ প্রস্তুতি, অর্থোফটো থেকে Green Leaf Index (GLI) ও Normalized Green Red Difference Index (NGRDI) বিশ্লেষণের জন্য ArcGIS ব্যবহার করা হয়েছে। সবশেষে ArcGIS Pro ব্যবহার করে প্রতিটি উদ্ভিদ প্রজাতির জন্য DTM, CHM, GLI ও NGRDI এর গড় মান নির্ণয় করা হয়েছে। অতঃপর Microsoft Excel ব্যবহার করে গ্রাফসমূহ প্রস্তুত করা হয়েছে।

২.৪। মডেল ও ইনডেক্স বিশ্লেষণ

সমীক্ষা এলাকায় ভিন্ন ভিন্ন বৈশিষ্ট্যের অনেকগুলো উদ্ভিদ প্রজাতি রয়েছে। RGB (লাল,সবুজ,নীল) ব্যান্ড ব্যবহার করে RGB ভেজিটেশন ইনডেক্স এবং মডেলের মাধ্যমে উদ্ভিদের প্রজাতিসমূহকে শণাক্ত করা হয়েছে। ইনডেক্স ও মডেলগুলোর সমীকরণসমূহ নিম্নরূপঃ

Canopy Height Model (CHM)	CHM = DSM-DTM (ভূমির উপরে উদ্ভিদের উচ্চতাকে উপস্থাপন করে)	Matese., 2017; Mohan et al., 2017; Wang et al., 2021
Digital Surface Model (DSM)	$(x, y) = Z$ surface (x, y) (ভূ-পৃষ্ঠের প্রকৃত উচ্চতা উপস্থাপন করে, যেখানে প্রাকৃতিক ও মানবসৃষ্ট বস্তু অন্তর্ভুক্ত হয়)	Fu et al., 2018; Weibel et al., 1991
Digital Terrain Model (DTM)	DTM(x,y)= Z ground (x,y) (ভূ-পৃষ্ঠের প্রকৃত উচ্চতা উপস্থাপন করে, যেখানে প্রাকৃতিক ও মানবসৃষ্ট বস্তু অন্তর্ভুক্ত হয় না)	Weibel et al., 1991
Green Leaf Index (GLI)	$\text{GLI} = \frac{2G-R-B}{2G+R+B}$ (উদ্ভিদের সবুজ পত্রের প্রতিফলনের উপর ভিত্তি করে উদ্ভিদের স্বাস্থ্য ও বায়োমাস নির্ধারণ করা হয়, যা উদ্ভিদের সবুজতার মাত্রা বোঝাতে সাহায্য করে); যেখানে, R: লালবর্ণী প্রতিফলন G: সবুজবর্ণী প্রতিফলন B: নীলবর্ণী প্রতিফলন	Hunt et al., 2013; Fu et al., 2014
Normalized Green-Red Difference Index (NGRDI)	$\text{NGRDI} = \frac{G-R}{G+R}$ (নরমালাইজড গ্রীন-রেড ডিফারেন্স ইনডেক্স (NGRDI) সবুজ ও লাল ব্যান্ডের প্রতিফলনের পার্থক্য বিশ্লেষণ করে উদ্ভিদের সবুজত্ব ও স্বাস্থ্য মূল্যায়ন করে) যেখানে, R: লালবর্ণী প্রতিফলন G: সবুজবর্ণী প্রতিফলন	Herbei et al., 2015; Hunt et al.,2005

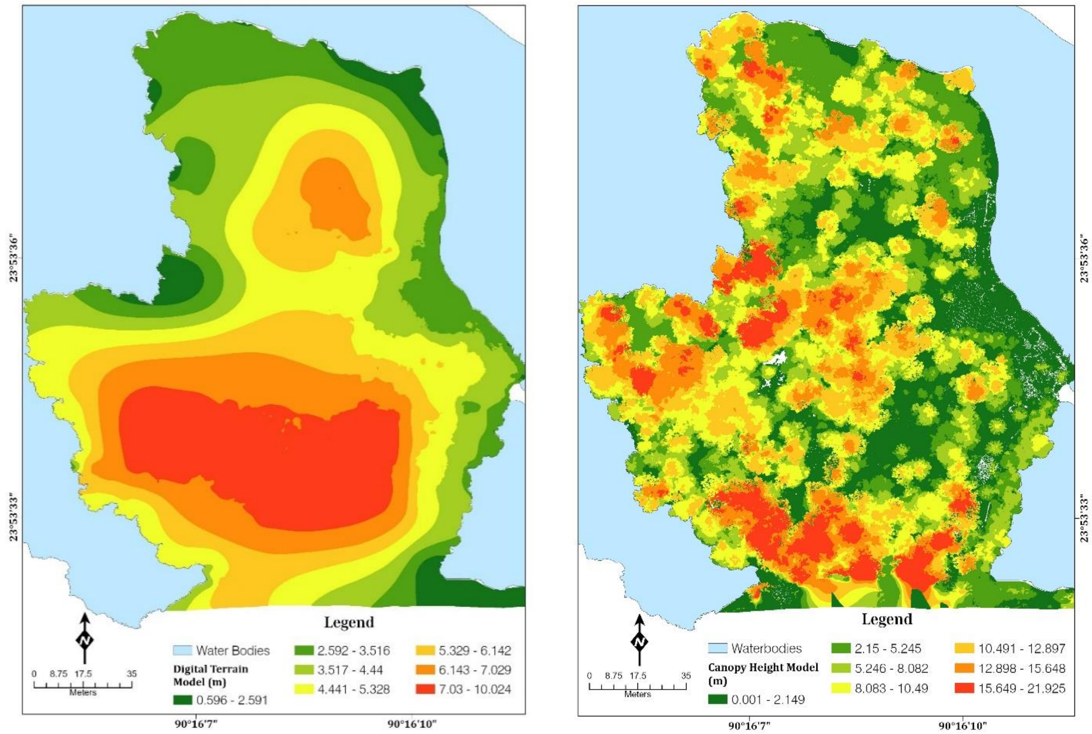
উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪।

৩.০। ফলাফল পর্যালোচনা

৩.১। ভূমিরূপ (DTM) ও উদ্ভিদের উচ্চতা (CHM)

সমীক্ষা অঞ্চলের Digital Terrain Model (DTM) **বিশ্লেষণঃ** ইউএভি কর্তৃক প্রাপ্ত ছবির DTM বিশ্লেষণে দেখা যায় সমীক্ষা অঞ্চলটির চারপাশ কিছুটা নিচু যার DTM মান ২.৫৯ থেকে ৩.৫১ এবং ৩.৫১ থেকে ৪.৪৪ মিটার এর মধ্যে। এরপর ভেতরের দিকে এগিয়ে গেলে ভূমির উচ্চতা ক্রমেই ৩.৫ থেকে ৪.৪ এবং ৪.৫ থেকে ৫.৫ মিটার বৃদ্ধি

পায়। মাঝ বরাবর কমলা ও লাল রঙের অংশটি সমীক্ষা এলাকার ভূমিরুপের সর্বোচ্চ উচ্চতাকে নির্দেশ করে যেখানে DTM এর মান যথাক্রমে ৬.১৪-৭.০২ এবং ৭.০৩-১০.০২ মিটার (চিত্র ৩)। সুতরাং,সমীক্ষা এলাকাটি সমতল নয়। বরং উচু-নিচু ভূমিরুপ নিয়ে গঠিত।এর মাঝের অংশটি তুলনামূলক উঁচু এবং কিনারা বরাবর কিছুটা ঢালু হয়ে ধীরে ধীরে নিচে নেমে গিয়েছে।

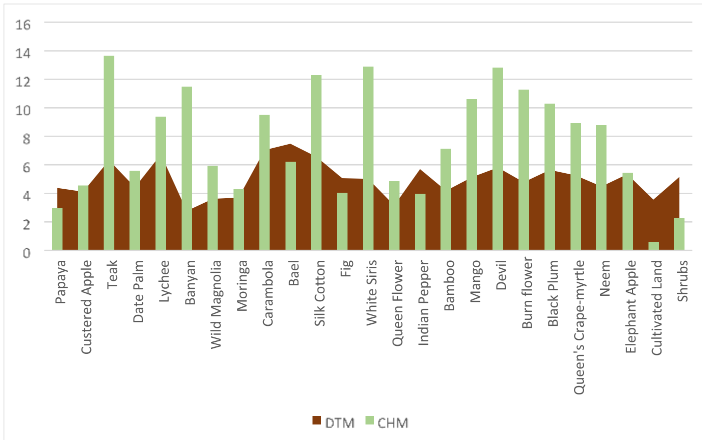


চিত্র ৩: সমীক্ষা এলাকার DTM (বাম) ও CHM (ডান) ম্যাপ। [উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

সমীক্ষা অঞ্চলের Canopy Height Model (CHM) বিশ্লেষণ ঃ UAV কর্তৃক প্রাপ্ত ছবির CHM বিশ্লেষণে দেখা যায় সমীক্ষা অঞ্চলটিতে ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতার উদ্ভিদরাজি পরিদৃশ্যমান। এর একেবারে উত্তরের অংশের গাছগুলোর উচ্চতা ৮.০৮ থেকে ১২.৬৯ মিটার পর্যন্ত বিস্তৃত। পূর্ব এবং উত্তর-পূর্ব দিকের পাড় বরাবর তুলনামূলক ছোট ছোট উদ্ভিদরাজি বিদ্যমান যার CHM মান ০.০০১ থেকে ৫.২৪৫ মিটার পর্যন্ত। দক্ষিণ পূর্ব দিকে তুলনামূলক বৃহৎ উচ্চতার উদ্ভিদ যার উচ্চতা প্রায় ৫.২-১০.৪৯ মিটার। এছাড়াও পশ্চিম, উত্তর-পশ্চিম এবং দক্ষিণ-পশ্চিম পাড়ের অংশে রয়েছে মাঝারি উচ্চতার উদ্ভিদ যাদের CHM মান ৮.০৮ মিটার থেকে ১৫.৬৪ মিটার। এলাকাটির দক্ষিণাংশ বৃহৎ সব বৃক্ষ দ্বারা সজ্জিত যাদের CHM মান ১৫.৬৪ থেকে ২১.৯২ মিটার। এছাড়াও অঞ্চলটিতে বিচ্ছিন্নভাবে নানান উচ্চতার বৃক্ষরাজি রয়েছে যাদের CHM মানও ভিন্ন ভিন্ন।

৩.২। সমীক্ষা এলাকার ভূমিরুপ এবং বৃক্ষের উচ্চতার পারস্পরিক সম্পর্ক

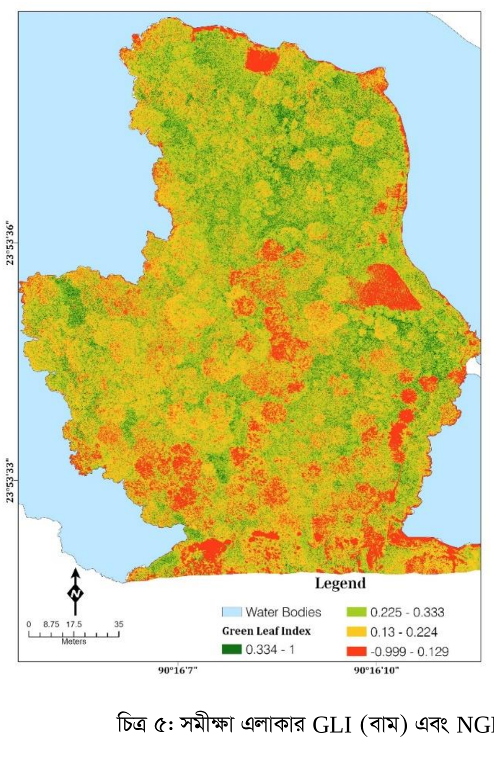
DTM ও CHM এর গড় মানের গ্রাফ বিশ্লেষণ করলে দেখা যায় কামরাঙ্গা, বেল এবং শিমুল গাছগুলো সমীক্ষা অঞ্চলের ভূমিরুপের সবচেয়ে উচুত অর্থাৎ ৭ থেকে ৮ মিটারের মধ্যে অবস্থান করে যাদের গড় উচ্চতা যথাক্রমে ৯.৫, ৬.২ এবং ১২.২ মিটার। সেগুন এবং লিচু গাছগুলি ভূমির ০ থেকে প্রায় ৬ মিটার বা তার কিছু বেশি উঁচু পর্যন্ত বিস্তৃত হয়েছে। বেশিরভাগ বৃক্ষ যেমন-জাম, কদম, নিম, চালতা, আম, জাম, ছাতিম, বাঁশ এবং গুল্মসমূহ ভূমিরুপের ৪ থেকে ৬ মিটার উচ্চতার মধ্যেই অবস্থান করে। এছাড়াও সমীক্ষা অঞ্চলের তূলনামূলক নীচু অঞ্চলকে আবাদি জমি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

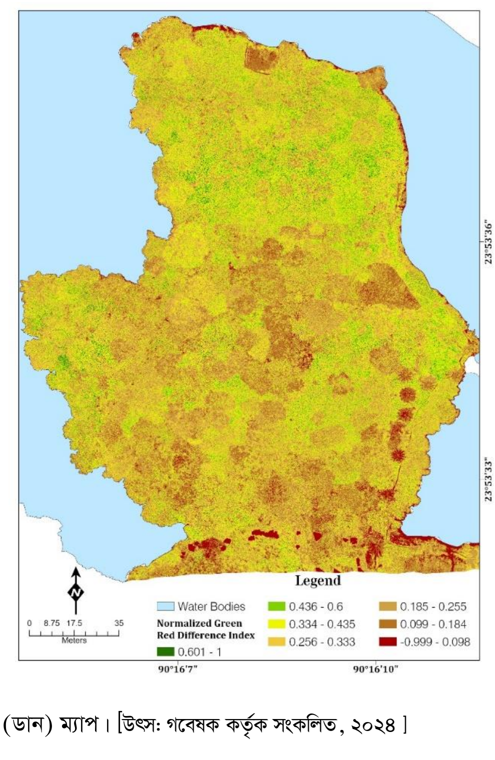


চিত্র ৪: সমীক্ষা এলাকার DTM ও CHM এর সম্পর্ক সূচক গ্রাফ [উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

৩.৩। ভেজিটেশন সূচকসমূহ

Green Leaf Index (GLI) ঃ সমীক্ষা অঞ্চলের প্রতিটি উদ্ভিদের সবুজ আলো প্রতিফলনমাত্রা ভিন্ন ভিন্ন। সমীক্ষা এলাকার উত্তর দিকের উদ্ভিদসমূহের GLI এর মান তুলনামূলক বেশি। এদের GLI এর মান ০.৩৩-১। একেবারে উত্তরে লেকের ধারে অল্প কিছু অংশজুড়ে GLI এর মান অত্যন্ত কম অর্থাৎ -০.৯৯ থেকে ০.১২। পূর্বদিকে কিছু উদ্ভিদ, অল্প কিছু অংশ জমি এবং লেকের পাড় ঘেষে সরু লাল নির্দেশিত অংশটিও এর অন্তর্ভুক্ত। মাঝ বরাবর কিছু উদ্ভিদের GLI এর মান অত্যন্ত কম যা সর্পিলাকার রেখার মতো দৃশ্যমান। এছাড়াও সমীক্ষা এলাকার নানা অংশে বিক্ষিপ্তভাবে অনেক উদ্ভিদ বিরাজমান যাদের GLI এর মান ০.১৩-০.২২। সুতরাং, সমীক্ষা এলাকাটিতে নানা প্রজাতির উদ্ভিদ বিদ্যমান যাদের প্রত্যেকের আলাদা আলাদা GLI এর মান রয়েছে।



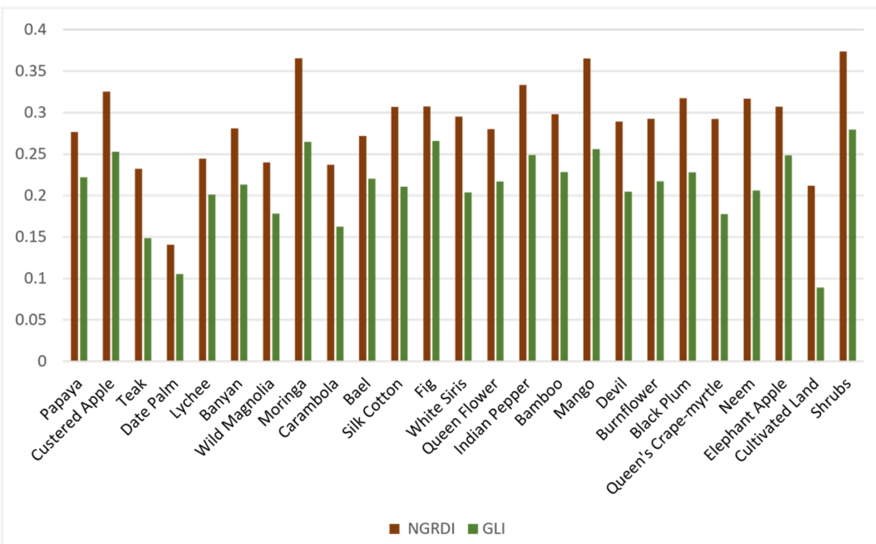


চিত্র ৫: সমীক্ষা এলাকার GLI (বাম) এবং NGRDI (ডান) ম্যাপ। [উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

Normalized Green Red Difference Index (NGRDI) ইউএভি থেকে প্রাপ্ত ইমেজ NGRDI বিশ্লেষণ করে দেখা যায় সমীক্ষা এলাকাটিতে সব উদ্ভিদের NGRDI মান সমান নয়। অর্থাৎ প্রত্যেক গাছ সমপরিমাণ সবুজ আলোকরশ্মি প্রতিফলন এবং লাল বর্ণের আলোকরশ্মি শোষণ করছে না। সমীক্ষা অঞ্চলটির অগ্রভাগে NGRDI মান কিছুটা বেশি অর্থাৎ ০.৪৩ থেকে ০.৬০। উত্তর-পূর্বে তিনপাশ জলঘেরা ভূমির ছোট একটি প্রলম্বিত অংশ, জলঘেষা অল্প কিছু আবাদি জমিতে NGRDI এর মান ০.০৯-০.১৮। একেবারে উত্তর দিকে NGRDI এর মান অত্যন্ত কম যার মান -০.৯৯ থেকে ০.০৯। এছাড়াও একেবারে উত্তর থেকে পূর্বে লেকের পাড় ঘেষে দক্ষিণ অব্দি সরু লাল অংশটি NGRDI এর সর্বনিম্ন মানকে নির্দেশ করে। তাছাড়াও বিক্ষিপ্তভাবে বিভিন্ন অংশে নানাবিধ NGRDI মানের উদ্ভিদ পরিলক্ষিত হয়।

৩.৪। সমীক্ষা অঞ্চলের ভিন্ন ভিন্ন উদ্ভিদের প্রজাতিগত প্রতিফলনমাত্রা

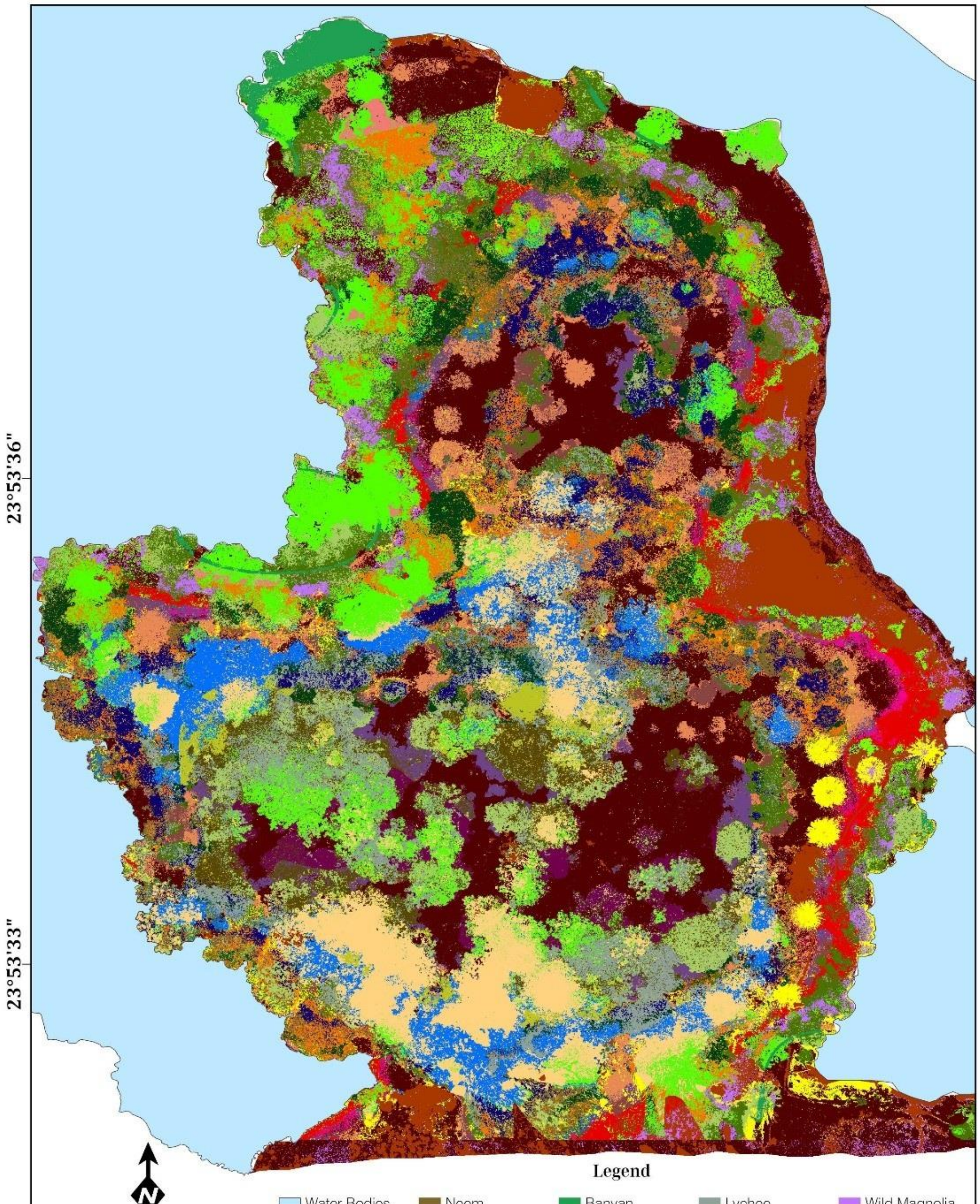
সমীক্ষা এলাকায় রয়েছে নানাবিধ উদ্ভিদ প্রজাতি। লেখচিত্র পর্যবেক্ষণ করলে দেখা যায় গুল্মসমূহের NGRDI এবং GLI ইনডেক্স এর মান সবচেয়ে বেশি এবং তা যথাক্রমে ০.৩৭ এবং ০.২৭। অর্থাৎ গুল্মসমূহের সবুজ আলোর প্রতিফলন মাত্রা এবং লাল আলোর শোষণমাত্রা সবচেয়ে বেশি। আবাদী জমির GLI ও খেজুর গাছের NGRDI ইনডেক্স এর মান সবচেয়ে কম দেখা যায়। এছাড়াও বেশিরভাগ উদ্ভিদ যেমন - কড়ই, চালতা, ছাতিম , কদম ইত্যাদি গাছের NGRDI এর মান ০.২৫-০.৩ এর মধ্যে অবস্থান করে। অন্যদিকে বেশিরভাগ উদ্ভিদের GLI এর মান ০.২-০.২৫ এর মধ্যে অবস্থিত। এসব বৃক্ষের মধ্যে রয়েছে পেঁপে, জারুল, বেল, বাঁশ, নিম ইত্যাদি। ফলে, সমীক্ষা এলাকার প্রত্যেক উদ্ভিদের NGRDI এবং GLI এর মানের তারতম্য থেকে বুঝা যায় প্রত্যেক উদ্ভিদের সবুজ আলোর প্রতিফলনমাত্রা সমান নয় বরং প্রত্যেক উদ্ভিদেরই রয়েছে নিজস্ব এবং স্বকীয় মান যা তাকে অন্যান্য উদ্ভিদ থেকে পৃথক করে।



চিত্র ৬: সমীক্ষা এলাকার NGRDI এবং GLI এর সম্পর্ক সূচক গ্রাফ। [উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

৩.৫। DTM, CHM, GLI ও NGRDI মানের উপর ভিত্তি করে উদ্ভিদ প্রজাতিসমূহের শণাক্তকরণ

সমীক্ষা অঞ্চলটি নানা ধরনের উদ্ভিদ দ্বারা সজ্জিত। এসব উদ্ভিদকে ম্যানুয়াল পদ্ধতিতে শণাক্তকরণ অত্যন্ত সময় ও ব্যয় সাপেক্ষ। কিন্তু মাল্টিস্পেক্ট্রাল (RGB) ইউএভি কর্তৃক গৃহীত ছবির DTM, CHM, GLI ও NGRDI বিশ্লেষণ করে দেখা যায় প্রত্যেকটি উদ্ভিদের জন্য এদের মান ভিন্ন ভিন্ন। এসব মানকে একীভূতকরণের মাধ্যমে উদ্ভিদসমূহকে শণাক্ত করা যায়। নিম্নে প্রাপ্ত উদ্ভিদের প্রজাতিসমূহকে শণাক্ত করা হলোঃ



চিত্র ৭: DTM, CHM, GLI ও NGRDI মানের উপর ভিত্তি করে উদ্ভিদ প্রজাতিসমূহের শ্রেণীবিভাগ। [উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

সারণি ১: প্রজাতিভেদে DTM, CHM, GLI ও NGRDI এর মান

Species Name	DTM	CHM	NGRDI	GLI
Papaya (পেঁপে)	৪.৩৭৮৯২৮	২.৯২৬৮৩৩	০.২৭৬৭১৬	০.২২১৮৬২
Custered Apple (আতাফল)	৪.১১০০৫২	৪.৫৪৬৯৬৪	০.৩২৫২৩৪	০.২৫২৭৭১
Teak (সেগুন)	৬.৩২৯১১৬	১৩.৬৪২	০.২৩২১৬২	০.১৪৮৬৮৪
Date Palm (খেজুর)	৪.৪১৬১১৯	৫.৫৬২৬০৩	০.১৪০৪৯১	০.১০৫২৩৭
Lychee (লিচু)	৬.৭৩১১১	৯.৩৭৬৮৬৭	০.২৪৪৪৮১	০.২০১১৮৭
Banyan (বট)	২.৭৬৭৬৮৩	১১.৪৭৮২৫	০.২৮০৯১	০.২১৩২৭৪
Wild Magnolia (ডুলিচাঁপা)	৩.৬২০৫১৩	৫.৯৩০২৯৮	০.২৩৯৯৫৫	০.১৭৮১৬৫
Moringa (সজিনা)	৩.৬৯৪১২	৪.২৬৩০২২	০.৩৬৫৩৪৭	০.২৬৪৮২৬
Carambola (কামরাঙা)	৭.০৩১২৩৩	৯.৫০৫৬৬৮	০.২৩৭০৭২	০.১৬২৬১২
Bael (বেল)	৭.৪৭৮০১৯	৬.২০৪৯৯২	০.২৭১৯০৭	০.২২০৩৮১
Silk Cotton (শিমুল)	৬.৫৬৫০৫১	১২.২৯১১৪	০.৩০৬৭৮৯	০.২১০৬৯১
Fig (ডুমুর)	৫.০৫৫২৫৩	৪.০৩৪০০২	০.৩০৭২৪৯	০.২৬৫৯২১
White Siris (কড়ই)	৫.০১২৮২	১২.৮৭৯৮	০.২৯৫২৬৩	০.২০৩৮৩১
Queen Flower (রাণীফুল)	৩.১৪৯৩১৪	৫.৮৩০৫	০.২৮০০৪	০.২১৬৭৪৮
Indian Pepper (বাজনা)	৫.৭০৪৮৮৫	৩.৯৬৪৭৩৯	০.৩৩৩২৯৮	০.২৪৮৬৩৫
Bamboo (বাঁশ)	৪.১৮৩৩০২	৭.১২৮৭২৮	০.২৯৮০৩১	০.২২৮১৩১
Mango (আম)	৫.১২৯২৯	১০.৫৮৮২	০.৩৬৫২৫৯	০.২৫৫৭৩৮
Devil (ছাতিম)	৫.৮১৬৭৪৫	১২.৮২৪২৬	০.২৮৯১৮৭	০.২০৪৫৮৮
Burnflower (কদম)	৪.৭৮২৯৮	১১.২৪৫৬৮	০.২৯২৬৫৩	০.২১৭২৭৬
Black Plum (জাম)	৫.৬৪১৪৫৩	১০.২৭২৫২	০.৩১৭৪৪৭	০.২২৭৯৭৫
Queen's Crape-myrtle (জারুল)	৫.২৬৬০৩৪	৮.৯২৫১১২	০.২৯২২৬৫	০.১৭৭৫৭
Neem (নিম)	৪.৪৭৬৯১৬	৮.৭৪৭৭০২	০.৩১৬৭৮৩	০.২০৫৯৪৩
Elephant Apple (চালতা)	৫.৩৪৩০২	৫.৪৪১৩৫২	০.৩০৭১০২	০.২৪৮৪৯২
Cultivated Land (আবাদী জমি)	৩.৫৫৩১৬৮	২.৯২৬৮৩৩	০.২১১৭৬	০.০৮৮৯৩৬
Shrubs (গুল্ম)	৫.১৪৩৬১	৪.৫৪৬৯৬৪	০.৩৭৩৬৩	০.২৭৯৪৩৭

সারণি-১ এ ২৫ প্রজাতির উদ্ভিদ ও ভূমির বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের তুলনামূলক বিশ্লেষণ তুলে ধরা হয়েছে। [উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

প্রতিটি প্রজাতির জন্য DTM, CHM, NGRDI এবং GLI দেখানো হয়েছে। সারণিটি এসব মানের তারতম্যের সাথে গাছের প্রজাতি, আকার, কাঠামো এবং সবুজতার তারতম্য নির্দেশ করে।

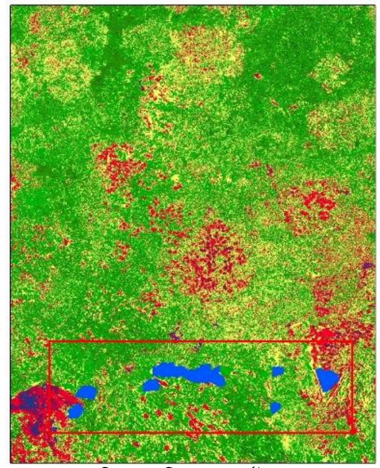
৩.৬। ইউএভি ব্যবহার করে উদ্ভিদের বৈশিষ্ট্য শনাক্তকরণে পরিলক্ষিত অসুবিধাসমূহ

১। পরিবেশগত/ আবহাওয়াগত কারণ

১। বাতাসের গতির কারণে ব্যবহৃত ইউএভি সামান্য নড়ে যেতে পারে যা ডিস্টর্টেড অর্থোইমেজ তৈরী করে। চিত্রঃ ৮ এর নীল অংশ দ্বারা অর্থোইমেজের বিকৃতিকে বুঝানো হয়েছে। যা নির্ভুল তথ্য প্রাপ্তিতে বিঘ্ন ঘটায়।

২। সকাল ১০.০০ টা, দুপুর ১২.০০টা এবং বিকেল ৫.০০ টায় ইউএভির ছবি নিয়ে দেখা যায়, সকাল এবং বিকেলে পর্যাপ্ত আলোর অনুপস্থিতিতে ইউএভি কর্তৃক প্রাপ্ত ছবির বিভিন্ন অংশ অন্ধকার দেখা যায় যা বিশ্লেষণে ভুল ফলাফলের কারণ।

৩। RGB মাল্টিস্পেক্ট্রাল ইউএভি NIR ব্যান্ডের তরঙ্গদৈর্ঘ্য গ্রহণ করতে পারে না। ফলে ক্লোরোফিলের উপস্থিতিতে বিভিন্ন উদ্ভিদের প্রতিফলনমাত্রা সূক্ষ্মভাবে নিরূপণ করা সম্ভব হয়না।



চিত্র ৮ঃ বিকৃত অর্থোইমেজ
উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪।

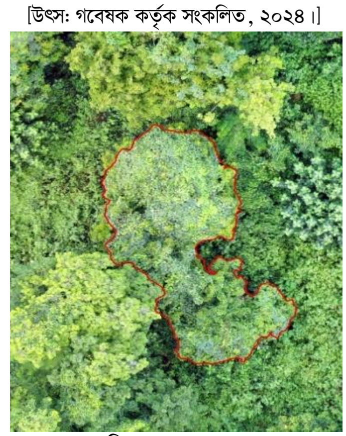
২। ক্যানোপির সন্নিবেশন

ক্যানোপিসমূহের মধ্যে যেসব গাছের ক্যানোপির উচ্চতা তুলনামূলক কম সেগুলো বেশি উচ্চতার ক্যানোপির নিচে অনেকসময় ঢাকা পড়ে যায়। ফলে ঢাকা পড়ে যাওয়া তুলনামূলক কম উচ্চতার গাছটির বিকিরণমাত্রা প্রাপ্তি এবং শণাক্তকরণ পাওয়া কঠিন হয়ে পড়ে।

চিত্র ৯ঃ ক্যানোপির ওভারলেপিং
[উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪।]

৩। ক্যানোপির ওপর লতাপাতার আবরণ

ক্যানোপির ওপর লতাপাতার উপস্থিতি বৃক্ষজাতীয় উদ্ভিদের পাতাগুলোকে বিভিন্ন জায়গায় আবৃত করে রাখে। ফলে গাছের পাতার প্রতিফলন পাওয়া অত্যন্ত দুরুহ হয়ে পড়ে।



চিত্র ১০ঃ ক্যানোপির ওপর লতাপাতার ঘন আবরণ
[উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

৪। পানিতে সবুজ রঙের শৈবালের উপস্থিতি পানিতে শৈবালের উপস্থিতির কারণে পানির রঙ সবুজ দেখায়।ফলে RGB ইউএভি কর্তৃক প্রাপ্ত ছবির GLI ও NGRDI বিশ্লেষণে কখনো কখনো এটি সবুজ গাছের মতো ফলাফল প্রদান করে।

চিত্র ১১: পানিতে সবুজ শৈবালের উপস্থিতি
[উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

৫। পানিতে গাছের ছায়া ঘন উদ্ভিদাচ্ছন্ন এলাকায় চিত্রগ্রহণের সময়, গাছপালা বা উঁচু উদ্ভিদের ছায়া ছবিতে অস্বচ্ছতা সৃষ্টি করে। এই অস্বচ্ছতা ইউএভি কর্তৃক প্রাপ্ত ছবিতে অসামঞ্জস্যপূর্ণভাবে প্রদর্শিত হয় যা ডেটা বিশ্লেষণে সমস্যার উদ্রেক করে।

চিত্র নং ১২: পানিতে গাছের ছায়া
[উৎস: গবেষক কর্তৃক সংকলিত, ২০২৪]

৪.০। উপসংহার

এই গবেষণায় ইউএভি ভিত্তিক রিমোট সেন্সিং প্রযুক্তির মাধ্যমে উদ্ভিদের প্রজাতি শনাক্তকরণে উল্লেখযোগ্য সাফল্য অর্জিত হয়েছে যা ইউএভি ইমেজ থেকে DTM, CHM, GLI ও NGRDI সূচক বিশ্লেষণের মাধ্যমে সমীক্ষা এলাকায় উদ্ভিদের প্রজাতিসমূহের বিন্যাস ব্যাখ্যার মাধ্যমে প্রতীয়মান হয়। এছাড়াও গবেষণায় প্রতিটি উদ্ভিদের DTM, CHM বিশ্লেষণের পাশাপাশি GLI ও NGRDI সূচকের মান বিশ্লেষণ করে প্রতিটি উদ্ভিদ প্রজাতিকে পৃথকীকরণ এবং শনাক্ত করা হয়েছে যেখানে প্রত্যেকের মান ভিন্ন ভিন্ন।

তবে ইউএভি ভিত্তিক এই পদ্ধতির ক্ষেত্রে বেশ কিছু সীমাবদ্ধতাও রয়েছে। তাই ভবিষ্যত গবেষণায় নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর আলোকপাত করা যেতে পারে:

১. উদ্ভিদ প্রজাতি শ্রেণিবিন্যাসের জন্য আরও শক্তিশালী মেশিন লার্নিং অ্যালগোরিদম প্রস্তুতকরণ।

২. NIR সমন্বিত উন্নত সেন্সরের ব্যবহার।

৩. ইমেজ সংগ্রহের সময় পরিবেশগত প্রভাব কমানোর জন্য দিনের বিভিন্ন সময়ে এবং বিভিন্ন মৌসুমে তথ্য সংগ্রহ করা।

সংক্ষেপে, এই গবেষণায় ইউএভি ব্যবহার করে উদ্ভিদের বৈশিষ্ট্য শনাক্তকরণের সুবিধা এবং সীমাবদ্ধতা নিয়ে গুরুত্ববহ আলোচনা করা হয়েছে। যদিও কিছু সমস্যা রয়েছে, তবে সেগুলো প্রযুক্তিগত উন্নয়ন এবং সঠিক পদ্ধতি অবলম্বনের মাধ্যমে সমাধান করা সম্ভব। এই প্রযুক্তি শুধু কৃষি এবং জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণেই নয়, বরং পরিবেশ পর্যবেক্ষণ এবং ভূমি ব্যবস্থাপনাতেও গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করতে পারে।

তথ্যসূত্র

Adão, T., Hruška, J., Pádua, L., Bessa, J., Peres, E., Morais, R., & Sousa, J. J. (2017). Hyperspectral imaging: A review on UAV-based sensors, data processing and applications for agriculture and forestry. Remote sensing, 9(11), 1110.

Alganci, U., Besol, B., & Sertel, E. (2018). Accuracy assessment of different digital surface models. ISPRS International Journal of Geo-Information, 7(3), 114.

Beumier, C., & Idrissa, M. (2016). Digital terrain models derived from digital surface model uniform regions in urban areas. International Journal of Remote Sensing, 37(15), 3477-3493.

Cope, J. S., Corney, D., Clark, J. Y., Remagnino, P., & Wilkin, P. (2012). Plant species identification using digital morphometrics: A review. Expert Systems with Applications, 39(8), 7562-7573.

Dandois, J. P., Olano, M., & Ellis, E. C. (2015). Optimal altitude, overlap, and weather conditions for computer vision UAV estimates of forest structure. Remote sensing, 7(10), 13895-13920.

Ferreira, M. P., de Almeida, D. R. A., de Almeida Papa, D., Minervino, J. B. S., Veras, H. F. P., Formighieri, A., ... & Ferreira, E. J. L. (2020). Individual tree detection and species classification of Amazonian palms using UAV images and deep learning. Forest Ecology and Management, 475, 118397.

Fu, G., Riedel, C., Holmes, T., & Liu, J. C. (2018). Geometric modeling of the Z-surface and Z-curve of GNSS signals and their solution techniques. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 57(1), 212-223.

Global Historical Weather and Climate Data. (2024). Savar, Dhaka, BD Climate Zone, Monthly Averages, Historical Weather Data. Weather and Climate. https://weatherandclimate.com/bangladesh/dhaka/savar

Guimarães, N., Pádua, L., Marques, P., Silva, N., Peres, E., & Sousa, J. J. (2020). Forestry remote sensing from unmanned aerial vehicles: A review focusing on the data, processing and potentialities. Remote Sensing, 12(6), 1046.

Herbei, M. V., Sala, F., & Boldea, M. (2015, March). Relation of normalized difference vegetation index with some spectral bands of satellite images. In AIP Conference Proceedings (Vol. 1648, No. 1). AIP Publishing.

Hull, D. L. (1976). Are species really individuals?. Systematic zoology, 25(2), 174-191.

Hunt Jr, E. R., Doraiswamy, P. C., McMurtrey, J. E., Daughtry, C. S., Perry, E. M., & Akhmedov, B. (2013). A visible band index for remote sensing leaf chlorophyll content at the canopy scale. International journal of applied earth observation and Geoinformation, 21, 103-112.

Isbell, F., Calcagno, V., Hector, A., Connolly, J., Harpole, W. S., Reich, P. B., ... & Loreau, M. (2011). High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. Nature, 477(7363), 199-202.

Librán-Embid, F., Klaus, F., Tscharntke, T., & Grass, I. (2020). Unmanned aerial vehicles for biodiversity-friendly agricultural landscapes-A systematic review. Science of the total environment, 732, 139204.

Lin, C., Popescu, S. C., Thomson, G., Tsogt, K., & Chang, C. I. (2015). Classification of tree species in overstorey canopy of subtropical forest using QuickBird images. PLoS One, 10(5), e0125554.

Lu, B., He, Y., & Liu, H. (2016, July). Investigating species composition in a temperate grassland using Unmanned Aerial Vehicle-acquired imagery. In 2016 4th International Workshop on Earth

Observation and Remote Sensing Applications (EORSA) (pp. 107-111). IEEE.

Matese, A., Di Gennaro, S. F., & Berton, A. (2017). Assessment of a canopy height model (CHM) in a vineyard using UAV-based multispectral imaging. International Journal of Remote Sensing, 38(8-10), 2150-2160.

Mohsan, S. A. H., Khan, M. A., Noor, F., Ullah, I., & Alsharif, M. H. (2022). Towards the unmanned aerial vehicles (UAVs): A comprehensive review. Drones, 6(6), 147.

Neupane, K., & Baysal-Gurel, F. (2021). Automatic identification and monitoring of plant diseases using unmanned aerial vehicles: A review. Remote Sensing, 13(19), 3841.

Terrain, A. (1978). Digital terrain models: An overview. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 44(12), 1481-1485.

Zaforemska, A., Xiao, W., & Gaulton, R. (2019). Individual tree detection from UAV LiDAR data in a mixed species woodland. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 657-663.

জাহাঙ্গীরনগর বিশ্ববিদ্যালয় ভূগোল ও পরিবেশ সমীক্ষণ ৪২:২০২৩ (পৃ. ৩৩-৪৫)
Jahangirnagar Bishwavidyalay Bhugol O Paribesh Samikkhan 42:2023 (pp 33-45) *ISSN 1027-8567*

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) Based Methods for Detailed Individual Species Detection: Challenges and Opportunities

Toufiqur Rahman[1]; Jannatul Kanij[1]; S. M. Hozaifa[1]; Monalisha Ferdous[2]; Md Masuk Mowla Aunkur[3]; Tanjinul Hoque Mollah[4]

1. Research Students Department of Geography and Environment, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka.
2. Research Associate, Center for Precision agriculture, (CPA), Savar, Dhaka.
3. GIS Analyst, The Center for Environmental and Geographic Information Services (CEGIS), F-14/E,Agargaon, Shere-E-Bangla Nagar, Dhaka-1205.
4. Professor, Department of Geography and Environment, Jahangirnagar University, Savar, Dhaka.

Abstract: Unmanned Aerial Vehicles (UAVs), added a new dimension in the sphere of plant species detection by analyzing high-resolution aerial imagery, enabling rapid and accurate monitoring in terms of biodiversity conservation. The study aims to use UAV-based methodologies for precise species identification, addressing spatial challenges and uncovering new geospatial insights for ecological mapping and biodiversity monitoring. An area of 2.1 hectares in Pathalia Union, Savar, Dhaka, circumscribed by three-sided water bodies, is examined to augment the granularity of ecological discernment. UAV data were collected and processed to detect individual plant species by using Pix4D, Agisoft 2.1.3, ArcGIS 10.5, and ArcGIS Pro 3.1.5 to create Digital Surface Model (DSM), Digital Terrain Model (DTM) to identify Canopy Height Model (CHM) in differently elevated topographic zones. Analyzing the vegetation indices and heights, the study revealed significant spectral variations across 25 plant species, with elevation ranging from 2.59 to 13.64 meters. Shrubs exhibited the highest GLI (0.27) and NGRDI (0.37), indicating superior light reflectance and photosynthetic capacity, while cultivated land showed the lowest GLI (0.21), suggesting sparse vegetation, and date palm had the lowest NGRDI value (0.14), reflecting lower photosynthetic efficiency. Challenges such as canopy cover, vine growth, algae, and shadows affected the accuracy of spectral indices. Recommendation includes enhancing UAV data interpretation techniques and developing policies for monitoring individual species and conserving biodiversity in such ecologically sensitive areas.

Keywords: UAV, DSM, DTM, CHM, GLI, NGRDI, Species Detection, Biodiversity Conservation, Bangladesh.