USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

GREGOIRE DUBOIS

পরিশিষ্ট ১: এশিয়ার জীববৈচিত্র্যের জন্য লিনিয়ার অবকাঠামো হুমকির স্থানিক (SPATIAL) বিশ্লেষণ

দায় স্বীকার: অংশীজনদের কাছ থেকে প্রাপ্ত সর্বোত্তম তথ্যের উপর ভিত্তি করে এই প্রকাশনায় লেখকের অভিমত উপস্থাপন করা হয়েছে যা ইউনাইটেড স্টেটস এজেন্সি ফর ইন্টারন্যাশনাল ডেভেলপমেন্ট (মার্কিন যুক্তরাষ্ট্রের আন্তর্জাতিক উন্নয়ন সংস্থা) বা মার্কিন যুক্তরাষ্ট্র সরকারের অভিমতের প্রতিফলন নাও হতে পারে। এই প্রতিবেদনের ইংরেজি সংস্করণই আনুষ্ঠানিক সংস্করণ বলে বিবেচিত হবে। অনুরোধ সাপেক্ষে এই প্রতিবেদনের(গুলির) অনূদিত সংস্করণ প্রদান করা হয়ে থাকে।

সূচীপত্র

সংক্ষিপ্ত রূপের শব্দাবলি I

সূচনা 3

অংশ I: এশিয়ার জীববৈচিত্র্যের উপর লিনিয়ার অবকাঠামোর হুমকি সংক্রান্ত মোটা-স্কেলের স্থানিক বিশ্লেষণ 5

পদ্ধতি 5
জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণকে অগ্রাধিকার দেওয়া 5
জীববৈচিত্র্যের ইনপুট স্তর 6
লেয়ার প্রসেসিং (স্তর প্রক্রিয়াকরণ) 10
বিমিশ্র জীববৈচিত্র সূচক 10
জীববৈচিত্র্য কোর-CORE শনাক্তকরণ 11
বৈশ্বিক অগ্রাধিকার প্রকল্পের সাথে তুলনা 12
ম্যাপিং দ্বারা প্রস্তাবিত LI 14
সম্ভাব্য প্রভাব মূল্যায়ন 15
ফলাফল 16
জীববৈচিত্র্য ম্যাপিং 16
প্রস্তাবিত LI-এর পরিসর 26
জীববৈচিত্র্যের উপরLI -এর সম্ভাব্য প্রভাবসমূহ 29
আলোচনা 33
জীববৈচিত্র্যের জন্য হুমকি 34
LI-এর হুমকি আরও ভালোওভাবে বোঝার জন্য 35
অবদানসমূহ 37
তথ্যের উপলভ্যতা 37

দ্বিতীয় অংশ: নির্বাচিত এশীয় ল্যান্ডস্কেপে LI-এর সম্ভাব্য প্রভাবগুলির সূক্ষ্ম-স্কেলের বিশ্লেষণ 37

বিশ্লেষণ I: তুষার চিতার উপর মঙ্গোলিয়ায় প্রস্তাবিত পাকা সড়ক এবং রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব 38
পদ্ধতি 39
ফলাফল 39
আলোচনা 42
অবদানসমূহ 43
বিশ্লেষণ 2: নেপালের তেরাই আর্ক ল্যান্ডস্কেপে বাঘের উপর সড়ক ও রেল উন্নয়নের সম্ভাব্য প্রভাব 44
পদ্ধতি 44
ফলাফল 45
আলোচনা 48
অবদানসমূহ 50
বিশ্লেষণ 3: ভারতের আসামে ন্যাশনাল হাইওয়ে 37 সম্প্রসারণের ফলে বন্যপ্রাণীর উপর প্রভাব হ্রাস করা 50
পদ্ধতি 52
ফলাফল 52
আলোচনা 56

অবদানসমূহ 57
বিশ্লেষণ 4: কাজাখস্তানের বেতপাক-ডালা সাইগা হরিণ জনগোষ্ঠীর উপর সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের সম্ভাব্য প্রভাব 58
পদ্ধতি 59
ফলাফল 59
আলোচনা 61
অবদানসমূহ 62
বিশ্লেষণ 5: থাইল্যান্ডের ভবিষ্যত বিদ্যুৎ লাইন ডেভেলপমেন্টের ফলে গুরুত্বপূর্ণ পাখি অঞ্চলের হুমকি 63
পদ্ধতি 63
ফলাফল 64
আলোচনা 65
অবদানসমূহ 68
বিশ্লেষণ 6: মঙ্গোলিয়ায় পরিকল্পিত পাকা সড়ক এবং রেলপথের কারণে খুলান এবং গয়টার্ড গাজেলের উপর সম্ভাব্য প্রভাব 69
পদ্ধতি 69
ফলাফল 70
আলোচনা 76
অবদানসমূহ 77
সমন্বিত সূক্ষ্ম স্কেল বিশ্লেষণ 79
পার্ট III: অনুকরণীয় সূক্ষ্ম স্কেল স্থানিক বিশ্লেষণের পর্যালোচনা 80
অনুকরণীয় স্টাডি 1: ইন্দোনেশিয়ান বোর্নিওতে জীববৈচিত্র্যের উপর সড়ক ও রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (আলমগীর ও অন্যান্য, 2019) 80
অনুকরণীয় অধ্যয়ন 2: সুমাত্রা, ইন্দোনেশিয়ার জীববৈচিত্র্যের উপর সড়ক এবং বিদ্যুৎ লাইনের সম্ভাব্য প্রভাব (স্লোয়ান, আলমগির ও অন্যান্য, 2019) 81
অনুকরণীয় স্টাডি 3: মালয়েশিয়ান বোর্নিওতে জীববৈচিত্র্যের উপর সড়কের সম্ভাব্য প্রভাব (স্লোয়ান, ক্যাম্পবেল ও অন্যান্য, 2019) 82
অনুকরণীয় স্টাডি 4: ভারতে বাঘের উপর সড়ক এবং রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (পারিওয়াকাম ও অন্যান্য, 2018) 84
অনুকরণীয় স্টাডি 5: কম্বোডিয়ায় বেঙ্গল ফ্লোরিকানদের উপর বিদ্যুৎ লাইনের সম্ভাব্য প্রভাব (মাহুদ ও অন্যান্য, 2018) 85
অনুকরণীয় স্টাডি 6: মায়ানমারের মেঘলা চিতাবাঘের উপর সড়ক ও রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (কাস্তা ও অন্যান্য, 2020) 86
অনুকরণীয় স্টাডি 7: নেপালে তুষার চিতাবাঘের উপর সড়কের সম্ভাব্য প্রভাব (WWF 2018) 87
অনুকরণীয় স্টাডি 8: মধ্য ভারতে বাঘের উপর সড়কের সম্ভাব্য প্রভাব (থাটে ও অন্যান্য, 2018) 88
অনুকরণীয় স্টাডি 9: মালয়েশিয়ান বোর্নিওতে মেঘলা চিতাবাঘের উপর সড়ক ও রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (কাস্তা ও অন্যান্য, 2019) 89
অনুকরণীয় স্টাডি 10: লাওসের জীববৈচিত্র্যের উপর সড়কের সম্ভাব্য প্রভাব (ড্যানিও ও অন্যান্য, 2018) 90
অনুকরণীয় স্টাডি 11: নেপালের তেরাই আর্কের জীববৈচিত্র্যের উপর সড়ক ও রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (শর্মা ও অন্যান্য, 2018) 91
অনুকরণীয় স্টাডিগুলির সমন্বয় 92
স্টাডির বৈচিত্র্য 93

জীববৈচিত্র্যের উপর প্রভাব 93
লিনিয়ার অবকাঠামোর তথ্য 93
জৈবিক তথ্য 94
বিশ্লেষণ পদ্ধতি 95
সুপারিশ এবং উপসংহার 95
অবদানসমূহ 96
প্রধান ফলাফল 97
সুপারিশসমূহ 99
লিটারেচার উদ্ধৃত করা হয়েছে 101

চিত্রের টেবিল সমূহ

চিত্র1 : বিশ্লেষণে বিবেচিত জীববৈচিত্র্য স্তরগুলি হচ্ছে - (A) প্রাচুর্যতা-ভিত্তিক জীববৈচিত্র্যের অক্ষুণ্ণতা। (B) সমৃদ্ধি-ভিত্তিক জীববৈচিত্র্যের অক্ষুণ্ণতা। (C) ইকোরিজিওয়ন অক্ষুণ্ণতা। (D) মানুষ দ্বারা ঘটানো পরিবর্তন। (E) স্তন্যপায়ী সম্প্রদায়ের অক্ষুণ্ণতা। (F) সুরক্ষিত এলাকা সম্প্রসারণের ক্ষেত্রে বৈশ্বিক অগ্রাধিকার-ভিত্তিক এলাকাসমূহ। (G) সুরক্ষিত এলাকা সম্প্রসারণের ক্ষেত্রে জাতীয় অগ্রাধিকার-ভিত্তিক এলাকাসমূহ। (H) উভচর প্রজাতির সমৃদ্ধি। (I) পাখি প্রজাতির সমৃদ্ধি। (J) স্তন্যপায়ী প্রজাতির সমৃদ্ধি। (K) হুমকির মধ্যে থাকা উভচর প্রজাতির সমৃদ্ধি। (L) হুমকির মধ্যে থাকা পাখির প্রজাতির সমৃদ্ধিত। (M) হুমকির মধ্যে থাকা স্তন্যপায়ী প্রাণী প্রজাতির সমৃদ্ধি। (N) বৈশ্বিক বিপন্নতা সহ এন্ডেমিজমের পরিমাপ। স্তরগুলির মধ্যে অপ্রয়োজনীয়তা কমাতে B, D, H, I এবং J স্তরগুলি অবশেষে বিশ্লেষণ থেকে বাদ দেওয়া হয়। 7
চিত্র2 : বিদ্যমান বৈশ্বিক জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণ অগ্রাধিকার প্রকল্পসমূহ (ক) অক্ষত বনভূমি। (খ) ক্রিটিক্যাল ইকোসিস্টেম পার্টনারশিপ ফান্ড বায়োডাইভারসিটি হটস্পট। (C) গ্লোবাল 200 ইকোরিজিওন। (D) মূল জীববৈচিত্র্য এলাকা। (ঙ) International Finance Corporation Performance Standard 6 গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থল। 13
চিত্র3 : এশিয়ান স্টাডি এলাকা জুড়ে 1 কিমি রেজোলিউশনে কম্পোজিট বায়োডাইভারসিটি ইনডেক্স - Composite biodiversity index (CBI)। জীববৈচিত্র্যের সকল ইনপুট স্তর জুড়ে কোয়ান্টাইলে রূপান্তরিত মানগুলির মিডিয়ান হিসাবে CBI গণনা করা হয়েছে। 18
চিত্র4 : ইনপুট স্তর জুড়ে জীববৈচিত্র্যের মানের ভিন্নতা। প্রতিটি প্যানেল প্রতিটি গ্রিড সেলের জন্য নয়টি কোয়ান্টাইলে রূপান্তরিত মানের (প্রতি জীববৈচিত্র্য স্তরের জন্য একটি) সেট থেকে গণনা করা একটি সংক্ষিপ্ত পরিসংখ্যান দেখায়: সর্বোচ্চ কোয়ান্টাইল (উপরের বামে), সর্বনিম্ন কোয়ান্টাইল (উপরের ডানে), কোয়ান্টাইলের মান বিচ্যুতি (নিচে বামে) , এবং কোয়ান্টাইল> 0.9 (নিচে ডানদিকে) মান সহ স্তরগুলির সংখ্যা। 19
চিত্র5 : উচ্চ জীববৈচিত্র্য মান নির্ধারণের জন্য 0.9 (উপরের প্যানেল), 0.8 (মধ্যম প্যানেল) অথবা 0.7 (নিচের প্যানেল) মানের একটি কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ড অনুযায়ী কন্টিনেন্টাল-স্কেলে বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর সমূহ (গাঢ় সবুজ প্যাচগুলি)। 20
চিত্র6 : উচ্চ জীববৈচিত্র্য মান নির্ধারণের জন্য 0.9 (উপরের প্যানেল), 0.8 (মধ্যম প্যানেল) অথবা 0.7 (নিচের প্যানেল) মানের একটি কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ড অনুযায়ী আঞ্চলিক-স্কেলে বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর সমূহ। গাঢ়-শেইডের প্যাচগুলি কোর নির্দেশ করে এবং হালকা রঙের ব্যাকগ্রাউন্ড বিভিন্ন অঞ্চল বোঝায় (সবুজ = মধ্য এশিয়া, কমলা = পূর্ব এশিয়া, বাদামী = দক্ষিণ এশিয়া, লাল = দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়া)। 21
চিত্র7 : উচ্চ জীববৈচিত্র্য মান নির্ধারণের জন্য 0.9 (উপরের প্যানেল), 0.8 (মধ্যম প্যানেল) অথবা 0.7 (নিচের প্যানেল) মানের একটি কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ড অনুযায়ী জাতীয়-স্কেলে বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর সমূহ। বিভিন্ন দেশে কোরগুলির মধ্যে পার্থক্য করার জন্য বিভিন্ন রং ব্যবহার করা হয়। 22
চিত্র8 : এশিয়া জুড়ে প্রস্তাবিত লিনিয়ার অবকাঠামো প্রকল্পের রুট এবং সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চল (PEZs)। 28
চিত্র9 : মহাদেশীয় স্কেলে (উপরের প্যানেল) এবং জাতীয় স্কেলে (নিচের প্যানেল) প্রস্তাবিত LI রুটের সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চলগুলির (PEZ) এবং শীর্ষ 20% জীববৈচিত্র্য কোরগুলির মধ্যে ওভারল্যাপ। 31
চিত্র10 : এশিয়ার নির্বাচিত অঞ্চলের মধ্যে প্রস্তাবিত LI রুটের সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চল (PEZs) এবং জীববৈচিত্র্য কোরগুলির মধ্যে ওভারল্যাপ। জীববৈচিত্র্য কোর জাতীয় স্কেলে CBI-এর শীর্ষ 20% ভ্যালুর উপর ভিত্তি করে জীববৈচিত্র্য কোরগুলি দেখানো হয়েছে। প্রদর্শিত LI রুটগুলির মধ্যে তিনটি মোড (সড়ক, রেলওয়ে, বিদ্যুৎ লাইন) অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। 32
চিত্র11 : তুষার চিতা এবং প্রস্তাবিত পাকা সড়ক এবং রেলপথের মধ্যে সম্ভাব্য দ্বন্দ্বের ক্ষেত্র। উপরের প্যানেল: প্রস্তাবিত LI এবং তুষার চিতা দ্বারা অধিকৃত এলাকার মধ্যে ওভারল্যাপ। প্রস্তাবিত LI বৈশিষ্ট্যগুলির যে অংশ অধিকৃত অঞ্চলগুলিকে ওভারল্যাপ করে তা ঘন লাইন দিয়ে দেখানো হয়েছে।

নিচের প্যানেল: প্রস্তাবিত LI এবং তুষার চিতার জন্য চলাচলের সম্ভাব্য করিডোরের মধ্যে সংযোগস্থল। ঘন সবুজ রেখাগুলি এমন করিডোরকে নির্দেশ করে যা তুষার চিতার চলাচলের জন্য বেশি কার্যকর।............4।
চিত্র।2 : বাঘ সংরক্ষণের জন্য প্রস্তাবিত LI রুট এবং অগ্রাধিকারমূলক এলাকার মধ্যে ছেদ। LI রুটগুলির যে অংশগুলি সংরক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ অঞ্চলকে ছেদ করে তা মোটা লাইন দিয়ে দেখানো হয়েছে। (A) সকল সুরক্ষিত এলাকা, বাফার জোন, বনাঞ্চলীয় করিডোর এবং উচ্চ বাঘ ঘনত্বের এলাকা সহ সম্পূর্ণ স্টাডি এলাকা; (খ) শুক্লাফান্তা ন্যাশনাল পার্কের আশপাশের এলাকা; (গ) বানকে-বারদিয়া অঞ্চলের আশপাশের এলাকা; এবং (D) চিতওয়ান-পারসা অঞ্চলের আশপাশের এলাকা।.......................................47
চিত্র।3 : চারটি অপটিমাইজড হটস্পট বিশ্লেষণের ফলাফলসমূহ যেখানে গাঢ় লাল রঙ পর্যবেক্ষণের একটি বৃহত্তর ঘনত্বের নির্দেশ করে এবং সাদা রঙ দ্বারা যেগুলো পরিসংখ্যানগতভাবে উল্লেখযোগ্য হটস্পট নয় সেগুলো নির্দেশ করে। ক) মৃত প্রাণীর হটস্পট। খ) সড়ক পার হওয়া জীবিত প্রাণীর হটস্পট। গ) সড়কের কাছে জীবিত প্রাণীর হটস্পট। বেগুনি পলিগনগুলি হল মেনন ও অন্যান্য দ্বারা চিহ্নিত করা হাতির করিডোরসমূহ।(2017) ।..54
চিত্র।4 : চারটি অপটিমাইজড হটস্পট বিশ্লেষণের ফলাফলসমূহ যেখানে গাঢ় লাল রঙ পর্যবেক্ষণের একটি বৃহত্তর ঘনত্বের নির্দেশ করে এবং সাদা রঙ দ্বারা যেগুলো পরিসংখ্যানগতভাবে উল্লেখযোগ্য হটস্পট নয় সেগুলো নির্দেশ করে। ক) বর্ষার বাইরে মৃত হার্পটাইলের হটস্পট। খ) বর্ষাকালে মৃত হার্পটাইলের হটস্পট। গ) বর্ষার বাইরে জীবিত ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদের (সড়কের কাছাকাছি বা ক্রসিং করা অবস্থায়) হটস্পট। ঘ) বর্ষাকালে জীবিত ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদের (সড়কের কাছাকাছি বা ক্রসিং করা অবস্থায়) হটস্পট। বেগুনি পলিগনগুলি হল মেনন ও অন্যান্য দ্বারা চিহ্নিত করা হাতির করিডোরসমূহ।(2017) ।..55
চিত্র।5 : মধ্য কাজাখস্তানের বেতপাক-দালা সাইগা হরিণের তোরগাই গ্রুপ (মাঝ খানের বামে) এবং টেঙ্গিজ গ্রুপের (উপরের ডানে) হোম রেঞ্জ। সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুট উভয় গ্রুপের হোম রেঞ্জকে বিভক্ত করে। 60
চিত্র।6 : থাইল্যান্ডে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইন এবং গুরুত্বপূর্ণ পাখি ও জীববৈচিত্র্য এলাকা (IBA)। মোটা লাইনগুলি প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের অংশকে নির্দেশ করে যা IBA-কে ছেদ করবে। 65
চিত্র।7 : লিনিয়ার ইনফ্রাস্ট্রাকচার যেগুলো 20টি গাজেলের হোম রেঞ্জের সাথে ওভারল্যাপ করে। মোটা লাইনগুলি নির্দেশ করে যে বিদ্যমান বা পরিকল্পিত LI হোম রেঞ্জের সাথে কোথায় কোথায় ছেদ করে। ....7।
চিত্র।8 : যেসব স্থানে 20টি গয়টার্ড গাজেল পরিকল্পিত রেল, পরিকল্পিত সড়ক এবং নির্মাণাধীন রেল অতিক্রম করেছে।...72
চিত্র।9 : লিনিয়ার ইনফ্রাস্ট্রাকচার 20 টি খুলালের হোম রেঞ্জের সাথে ওভারল্যাপ করে। মোটা লাইনগুলি নির্দেশ করে যে বিদ্যমান বা পরিকল্পিত LI হোম রেঞ্জের সাথে কোথায় কোথায় ছেদ করে।........................74
চিত্র20 : যেসব স্থানে 20 টি খুলান পরিকল্পিত রেল, পরিকল্পিত সড়ক এবং নির্মাণাধীন রেল অতিক্রম করেছে।...75
চিত্র2। : বিদ্যমান পাকা সড়ক জুড়ে খুলান এবং গয়টার্ড গাজেলের ক্রসিং লোকেশনসমূহ।.....................76

টেবিল সমূহ

টেবিল1 : জীববৈচিত্র্য ডেটা সেটের বর্ণনা 8
টেবিল2 : বিদ্যমান বৈশ্বিক জীববৈচিত্র্য অগ্রাধিকার প্রকল্পসমূহের বর্ণনা 14
টেবিল3 : লিনিয়ার অবকাঠামোর তথ্যর উৎস 15
টেবিল4 : প্রতিটি বায়োমের মধ্যে মহাদেশীয় স্কেলের বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোরের অনুপাত 24
টেবিল5 : পূর্ববর্তী বৈশ্বিক অগ্রাধিকারমূলক পরিকল্পনায় চিহ্নিত জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্য এবং এই বিশ্লেষণের বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোরের মধ্যে ওভারল্যাপ 25
টেবিল6 : এশিয়ায় প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের দৈর্ঘ্য 26
টেবিল7 : প্রস্তাবিত লিনিয়ার অবকাঠামো রুটগুলির সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চলের (PEZ) মধ্যে জীববৈচিত্র্য কোর এলাকার মোট অনুপাত। 30
টেবিল8 : প্রস্তাবিত LI রুট এবং সংরক্ষিত এলাকার সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চল (PEZ) এর মধ্যে ওভারল্যাপ 32
টেবিল9 : প্রস্তাবিত লিনিয়ার অবকাঠামো (পাকা সড়ক ও রেলপথ) এবং তুষার চিতাবাঘের অধিকৃত এলাকা এবং সম্ভাব্য চলাচলের করিডোরের মধ্যে ওভারল্যাপের ব্যাপ্তি 40
টেবিল10 : তেরাই আর্কে বাঘ সংরক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ এলাকাকে ছেদ করে এমন প্রস্তাবিত/নির্মাণাধীন সড়ক ও রেলপথের দৈর্ঘ্য (কিমি) 46
টেবিল11 : প্রতিটি শ্রেণীবিন্যাসে পরিলক্ষিত প্রাণীর সংখ্যা 53
টেবিল12 : সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুটের সাথে বেতপাক-দালা সাইগা হরিণের টেঙ্গিজ এবং তোরগাই গ্রুপের হোম রেঞ্জের ওভারল্যাপ 60
টেবিল13 : গবেষণা চলাকালীন সময়ে বেতপাক-দালার 43টি কলার পরানো সাইগা হরিণের সেন্টার-ওয়েস্ট রোড পারাপারের ঘটনার সংখ্যা 61
টেবিল14 : থাইল্যান্ডে এবং গুরুত্বপূর্ণ পাখি ও জীববৈচিত্র্য অঞ্চলের (IBA)-এর মধ্যে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের দৈর্ঘ্য 64
টেবিল15 : 20টি গয়টার্ড গাজেলের হোম রেঞ্জের সাথে LI মোডের ওভারল্যাপ 70
টেবিল16 : প্রতি বছর 20 টি গয়টার্ড গাজেলের LI ধরনের ক্রসিংয়ের হার 71
টেবিল17 : 20টি খুলানের হোম রেঞ্জের সাথে LI মোডের ওভারল্যাপ 73
টেবিল18 : প্রতি বছর 20 টি খুলানের LI ধরনের ক্রসিংয়ের হার 74

সংক্ষিপ্ত রূপের শব্দাবলি

ADB	এশীয় উন্নয়ন ব্যাংক
ADCI	Altyn Dala Conservation Initiative
ASEAN	অ্যাসোসিয়েশন অব সাউথইস্ট এশিয়ান নেশানস
BRI	বেল্ট এন্ড রোড ইনিশিয়েটিভ
CAREC	Central Asia Subregional Economic Cooperation Program
CBI	বিমিশ্র জীববৈচিত্র সূচক
সিইপিএফ	Critical Ecosystem Partnership Fund
CLLC	Center for Large Landscape Conservation
DNPWC	Department of National Parks and Wildlife Conservation
GMS	গ্রেটার মেকং উপাঞ্চল
GPS	গ্লোবাল পজিশনিং সিস্টেম
HoB	Heart of Borneo Initiative
IBA	গুরুত্বপূর্ণ পাখি এবং জীববৈচিত্র্য এলাকা
IFC	আন্তর্জাতিক ফাইন্যান্স কর্পোরেশন
IFCPS	International Finance Corporation Performance Standard
IIC	কানেক্টিভিটির ইন্টিগ্রাল ইনডেক্স
IUCN	ইন্টারন্যাশনাল ইউনিয়ন ফর দ্য কনজারভেশন অব নেচার
KBA	প্রধান জীববৈচিত্র্য এলাকা
KDE	কার্নেল ঘনত্বের অনুমান
LI	লিনিয়ার ইনফ্রাস্ট্রাকচার
NGO	বেসরকারী প্রতিষ্ঠান
NHAI	National Highway Authority of India
NH-37	ভারতীয় জাতীয় মহাসড়ক 37

N-S	উত্তর-দক্ষিণ
PA	সুরক্ষিত এলাকা
PEZ	সম্ভাব্য প্রভাবিত অঞ্চল
সড়কসমূহ	রোডকিল পর্যবেক্ষণ এবং ডেটা সিস্টেম
SASEC	South Asia Subregional Economic Cooperation Program
TAL	তেরাই আর্ক ল্যান্ডস্কেপ
TSH	ট্রান্স-সুমাত্রান হাইওয়ে
USAID	জাতিসংঘ আন্তর্জাতিক উন্নয়ন সংস্থা
WCS	বন্যপ্রাণী সংরক্ষণ সমিতি
WTI	Western Transportation Institute
WWF	World Wide Fund for Nature (পূর্বেকার World Wildlife Fund)

সূচনা

জীব বৈচিত্র্যের উপর লিনিয়ার অবকাঠামোর (LI) প্রভাবগুলি স্বভাবতই স্থান-সম্পর্কিত বা স্থানিক। LI রুটগুলির অবস্থান এবং এগুলো জৈবিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ যেসব বৈশিষ্ট্যগুলিকে প্রভাবিত করে (যেমন সুরক্ষিত এলাকা, গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থল এবং বন্যপ্রাণী করিডোর) সেগুলো সম্পর্কে না জানা থাকলে LI-এর প্রভাব সম্পর্কে আমাদের উপলব্ধি সীমিত থাকবে। স্থানিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে প্রভাবের মাত্রা এবং প্রকারের বৈশিষ্ট্য নির্ণয় করা, প্রভাবগুলি কোথায় সবচেয়ে গুরুতর হবে (বা হতে পারে) তা চিহ্নিত করা এবং প্রভাবগুলি এড়ানোর বা কমানোর জন্য নেওয়া প্রচেষ্টাকে অগ্রাধিকার দেওয়া যায়।

সাম্প্রতিক বছরগুলোতে এশিয়ার জীববৈচিত্র্যের উপর বিদ্যমান সড়ক, রেল এবং বিদ্যুৎ লাইনের পরিলক্ষিত প্রভাব নথিভুক্ত করার জন্য অনেক স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালিত হয়েছে; আমরা এই প্রতিবেদনের পরিশিষ্ট 4 -এ এই পূর্ববর্তী গবেষণার পর্যালোচনা করেছি। তবে, প্রকল্পের পরিকল্পনা পর্যায়ে এবং নির্মাণ কাজের আগে প্রস্তাবিত LI জীববৈচিত্র্যের উপর কী প্রভাব ফেলবে সেই সম্পর্কে ধারণা পাওয়ার জন্য সম্ভাব্য গবেষণার প্রয়োজনীয়তা রয়েছে যেখানে স্থানিক বিশ্লেষণ ব্যবহার করা হয় । LI -এর সম্ভাব্য প্রভাবগুলির স্থানিক বিশ্লেষণ পূর্ববর্তী লিটেরেচারে তুলনামূলকভাবে বিরল। তবে, এগুলি বিশেষভাবে মূল্যবান কারণ তারা LI-এর কারণে জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি কীভাবে এবং কোথায় রোধ বা কমানো যায় সে সম্পর্কে নির্দেশনা প্রদান করে, যা LI নির্মাণ করার পরে জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি মোকাবেলা করার চেষ্টার চেয়ে অনেক সহজ।

এই পরিশিষ্টে বিভিন্ন স্থানিক স্কেল, ভূগোল, LI-এর মোড এবং গুরুত্বপূর্ণ প্রাণীর প্রজাতি বিবেচনায় নিয়ে প্রস্তাবিত LI উন্নয়ন কর্মকান্ডের ফলে জীববৈচিত্র্যের সম্ভাব্য হুমকি মূল্যায়নের জন্য কীভাবে স্থানিক বিশ্লেষণ ব্যবহার করা যায় তা তুলে ধরা হয়েছে । United States Agency for International Development-এর জন্য করা এই প্রতিবেদনে মৌলিক বিশ্লেষণের সাথে অন্যান্য গবেষকদের দ্বারা পূর্বে পরিচালিত অনুকরণীয় বিশ্লেষণের পর্যালোচনা যুক্ত করা হয়েছে। স্থানিক বিশ্লেষণ পদ্ধতির বৈচিত্র্য এবং এগুলোর ভালো দিক এবং সীমাবদ্ধতার চিত্র তুলে ধরে এমন কয়েকটি উদাহরণ এখানে উপস্থাপন করা হয়েছে। এই পরিশিষ্টটি তিনটি ভাগে বিভক্ত।

প্রথম অংশে, আমরা প্রধান LI উন্নয়ন প্রকল্পগুলি্র কারণে এশিয়া জুড়ে জীববৈচিত্র্যের জন্য হুমকির একটি মৌলিক স্থানিক বিশ্লেষণ তুলে ধরেছি। সাম্প্রতিক কিছু স্থানিক বিশ্লেষণে জীববৈচিত্র্যের উপর পুরো এশিয়ায় বা এশিয়ার অধিকাংশ স্থানে LI উন্নয়নের সম্ভাব্য প্রভাবগুলি খুব মোটা দাগে অনুসন্ধান করা হয় এবং শুধু চীনের বেল্ট অ্যান্ড রোড উদ্যোগের (BRI) সাথে যুক্ত হাই-প্রোফাইল সড়ক এবং রেল প্রকল্পগুলো বিবেচনায় নেওয়া হয়(Hughes, 2019; Ng et al., 2020) । BRI ব্যতীত অন্যান্য আন্তর্জাতিক অর্থনৈতিক উন্নয়ন উদ্যোগের সাথে যুক্ত বিদ্যুৎ লাইন প্রকল্প এবং প্রকল্পগুলি সহ LI প্রকল্পগুলির একটি বৃহৎ সেট বিবেচনা করে আমরা আগের বিশ্লেষণগুলোরর সূত্র ধরে এগিয়েছি। এশিয়া জুড়ে জীববৈচিত্র্যের মান পরিমাপের জন্য একটি একক মেট্রিকও তৈরি করা হয়েছে এবং ব্যতিক্রমী জীববৈচিত্র্যের ক্ষেত্রগুলির অবস্থান শনাক্ত করা হয়েছে যেখানে LI ডেভেলপমেন্ট সম্পূর্ণভাবে এড়ানো উচিত।

আমাদের নিজস্ব এবং পূর্বে পরিচালিত অসূক্ষ্মভাবে মোটা দাগে করা বিশ্লেষণগুলো (Coarse-scale analyses) জাতীয় এবং উপ-জাতীয় পর্যায়ে পরিকল্পিত এবং অর্থায়িত LI প্রকল্পগুলির সম্ভাব্য প্রভাবগুলি তুলে ধরে না। উপরন্তু, মোটা দাগের স্থানিক গবেষণার জন্য ব্যবহৃত জীববৈচিত্র্যের মহাদেশীয় বা বৈশ্বিক কভারেজের তথ্যের উপর এগুলো নির্ভর করে। এই মোটা-স্কেল বিশ্লেষণগুলি এশীয় জীববৈচিত্র্যের উপর LI ডেভেলপমেন্টের ঝুঁকি চিহ্নিত করার জন্য উপযোগী হলেও এগুলো নির্দিষ্ট স্থান বা প্রাণীর উপর জীববৈচিত্র্যের হুমকিকে সঠিক ও বিশদভাবে বর্ণনা করতে পারে না; এর জন্য সূক্ষ্ম স্কেলের স্থানিক

বিশ্লেষণ (finer-scale spatial analyses) প্রয়োজন। এই পরিশিষ্টের দ্বিতীয় অংশে এশিয়ার মধ্যে নির্বাচিত ল্যান্ডস্কেপে সংরক্ষণের উদ্বেগ রয়েছে এমন প্রাণীর উপর LI এর সম্ভাব্য প্রভাবগুলির ছয়টি মৌলিক, সূক্ষ্ম স্কেল ও র‍্যাপিড মূল্যায়নের বর্ণনা রয়েছে। এই মূল্যায়নগুলি স্থানীয় অংশীদারদের সহযোগিতায় পরিচালিত হয় যারা এসব ল্যান্ডস্কেপে বন্যপ্রাণী সংরক্ষণ প্রচেষ্টায় সক্রিয় রয়েছে এবং যাদের প্রাণীর জীববিজ্ঞান এবং LI উন্নয়ন পরিকল্পনার বিস্তারিত জ্ঞান রয়েছে। তুলনামূলকভাবে সহজ স্থানিক বিশ্লেষণগুলি কীভাবে জীববৈচিত্র্যের উপর LI-এর হুমকিকে চিহ্নিত করতে পারে এবং ক্ষয়ক্ষতি কমানোর কৌশলগুলির পরামর্শ দিতে পারে তার কিছু উদাহরণ এসব মূল্যায়নে পাওয়া যাবে।

এই প্রকল্পের সংক্ষিপ্ত সময়কালের জন্য সংখ্যা, বিশদ ব্যাখ্যা এবং কঠোর বৈজ্ঞানিক মানের দিক থেকে আমাদের পরিচালিত এসব সূক্ষ্ম স্কেল স্থানিক বিশ্লেষণে কিছু সীমাবদ্ধতা রয়েছে। এশিয়ায় LI-এর প্রভাবের সম্ভাব্য, সূক্ষ্ম স্কেল স্থানিক বিশ্লেষণের ভিন্নতা এবং বাস্তবতার আরও সম্পূর্ণ চিত্র পাওয়ার জন্য, এই অনুচ্ছেদের তৃতীয় অংশে বৈজ্ঞানিক জার্নাল এবং অপ্রচলিত লিটেরেচারে প্রকাশিত সাম্প্রতিক গবেষণাগুলোর একটি সংক্ষিপ্তসার তুলে ধরা হয়েছে। প্রতিটি গবেষণায় একটি দেশের মধ্যে অথবা একটি দেশের মধ্যে একটি ছোট ভূখন্ডের উপর প্রস্তাবিত সড়ক, রেলপথ বা বিদ্যুৎ লাইন প্রকল্পের সম্ভাব্য প্রভাবগুলির অনুসন্ধান করা হয়েছে। আমরা প্রতিটি স্টাডির বর্ণনার পাশাপাশি অন্যান্য স্টাডি থেকেও তথ্য তুলে ধরেছি যার মাধ্যমে সংশ্লিষ্ট প্রকল্পে বিজ্ঞানের ব্যবহার এবং পরবর্তী অগ্রগতির বিষয়ে ধারণা পাওয়া যায়।

সকল তিনটি অংশ থেকে প্রাপ্ত মূল ফলাফলগুলো এবং এগুলোর উপর ভিত্তি করে দেওয়া কিছু সুপারিশের মধ্য দিয়ে এই পরিশিষ্টের সমাপ্তি টানা হয়েছে, যেসব সুপারিশ জীববৈচিত্র্যের উপর LI-এর প্রভাব সম্পর্কিত আরও উন্নত ও ক্ষমতাসম্পন্ন স্থানিক বিশ্লেষণ করতে সহায়তা করতে পারে।

অংশ ।: এশিয়ার জীববৈচিত্র্যের উপর লিনিয়ার অবকাঠামোর হুমকি সংক্রান্ত মোটা-স্কেলের স্থানিক বিশ্লেষণ

এশিয়া বিশ্বের সবচেয়ে বৈচিত্র্যময় এবং জটিল ইকোসিস্টেমগুলির মধ্যে একটি, যেগুলো প্রাকৃতিক সম্পদের আধার, অর্থনৈতিক কর্মকান্ডের উৎস এবং পরিবেশগত পরিবর্তনের বিরুদ্ধে রুখে দাড়াঁতে পারে। তবে, এশিয়ার সমৃদ্ধ প্রাকৃতিক হেরিটেজের বেশিরভাগই সড়ক, রেলপথ এবং বিদ্যুৎ লাইন সহ লিনিয়ার অবকাঠামো (LI) প্রকল্পের দ্রুত সম্প্রসারণের কারণে হুমকির মুখে রয়েছে। যথাযথ সুরক্ষা ছাড়া, LI-এর চলমান এবং প্রত্যাশিত সম্প্রসারণ বন্যপ্রাণীর আবাসস্থলকে আরও বিভক্ত করে ফেলবে, বন্যপ্রাণীর মৃত্যু বাড়াবে এবং জীববৈচিত্র্যকে হুমকির মুখে ফেলবে।

United States Agency for International Development (USAID) LI-এর জন্য নিরাপত্তা ব্যবস্থা গ্রহণ ও বাস্তবায়নের ধীরতা সংক্রান্ত চ্যালেঞ্জ এবং বাধা বোঝার উদ্যোগ নিয়েছে এবং এশিয়ায় চলমান এবং প্রস্তাবিত অবকাঠামো প্রকল্পগুলির গণনা এবং পর্যালোচনা করছে যেগুলো জীববৈচিত্র্য এবং বন্যপ্রাণীর গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থলের উপর সবচেয়ে বেশি প্রভাব ফেলবে। । এজন্য সমৃদ্ধ জীববৈচিত্র্যের এলাকা এবং LI উন্নয়নের বিদ্যমান, চলমান ও ভবিষ্যত স্থানগুলো যেখানে ছেদ করে সেই স্থান সংক্রান্ত জ্ঞান থাকা দরকার।

এই প্রতিবেদনে মোটা দাগের স্থানিক বিশ্লেষণ এবং বিস্তৃত স্থানিক পরিসরের ডেটা সেট ব্যবহার করে এশিয়ার জীববৈচিত্র্যের উপর প্রস্তাবিত LI-এর হুমকির একটি চিত্র তুলে ধরা হয়েছে। এই মূল্যায়নটির তিনটি উপাদান রয়েছে: (।) এশিয়া জুড়ে জীববৈচিত্র্যের ভ্যালু পরিমাপ এবং ম্যাপিং, (2) প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের রুটের স্থানিক তথ্য সংকলন, এবং (3) প্রস্তাবিত LI-এর জন্য কোথায় জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি হওয়ার সম্ভাবনা সবচেয়ে বেশি তা নির্ণয় করা। এই মোটা-স্কেল মূল্যায়নটি বেশ কয়েকটি উদ্দেশ্যে করা হয়েছে: সমগ্র এশিয়া জুড়ে জীববৈচিত্র্য ভ্যালুর একটি সামঞ্জস্যপূর্ণ বেসলাইন মানচিত্র প্রদান; ব্যতিক্রমী জীববৈচিত্র্য ভ্যালুর আছে এমন স্থানে "অ্যাভয়ডেন্সের ক্ষেত্রগুলি" চিহ্নিত করা যেখানে ভবিষ্যতে LI-এর উন্নয়নের ফলে প্রাণী এবং তাদের আবাসস্থলের অপূরণীয় ক্ষতি হতে পারে এবং সেখানে কেবল শেষ উপায় হিসাবেই LI-এর অনুমতি দেওয়া উচিত; ভবিষ্যতে LI-এর প্রভাব মূল্যায়নে ব্যবহারের জন্য প্রস্তাবিত LI প্রকল্পগুলির একটি বিস্তৃত স্থানিক ডাটাবেজ তৈরি করা; জীববৈচিত্র্যের জন্য LI-এর হুমকির মাত্রা এবং ভৌগলিক বন্টন অনুমান করা; এবং সমৃদ্ধ জীববৈচিত্র্য আছে এশিয়ার এমন ক্ষুদ্র অগ্রাধিকারমূলক অঞ্চল নির্বাচন করা, যেখানে USAID জীববৈচিত্র্য এবং LI প্রকল্পগুলির উপর আরও স্থানীয় তথ্য ব্যবহার করে সূক্ষ্ম স্কেল বিশ্লেষণ পরিচালনা করতে পারে।

পদ্ধতি

জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণকে অগ্রাধিকার দেওয়া

জীববৈচিত্র্য - জীবের মধ্যে বৈচিত্র্য - বিভিন্নভাবে পরিমাপ করা যেতে পারে, যার মধ্যে রয়েছে জৈবিক বিন্যাসের বিভিন্ন স্তর (যেমন, জিন (gene), প্রজাতি, ইকোসিস্টেম) এবং বিভিন্ন শ্রেণীবিন্যাস (যেমন, পাখি, স্তন্যপায়ী, অমেরুদণ্ডী প্রাণী)। একটি স্থানে বিদ্যমান কোনো প্রাণীর প্রজাতির সংখ্যা, যা প্রজাতি সমৃদ্ধি নামে পরিচিত, জীববৈচিত্র্য পরিমাপের অন্যতম সহজ এবং সাধারণ উপায়। জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের জন্য একটি এলাকার মান বা সূচকের অতিরিক্ত বৈশিষ্ট্যের ব্যাপারে আরও সূক্ষ্ম বিষয়াদি আমলে নেওয়া যেতে পারে যেমন একটি একক ভৌগোলিক এলাকায় কোনো প্রাণীর প্রজাতির উপস্থিতি (এন্ডেমিজম-endemism); ব্যক্তিদের প্রাচুর্য; বিলুপ্তির হুমকিতে থাকা প্রজাতির দেখা পাওয়া; ল্যান্ডস্কেপ পরিবর্তনের পেছনে মানুষের কার্যকলাপের (পরিবেশগত অবস্থা) পরিধি; মৌলিক প্রজাতির যে ভগ্নাংশ প্রকৃতিতে

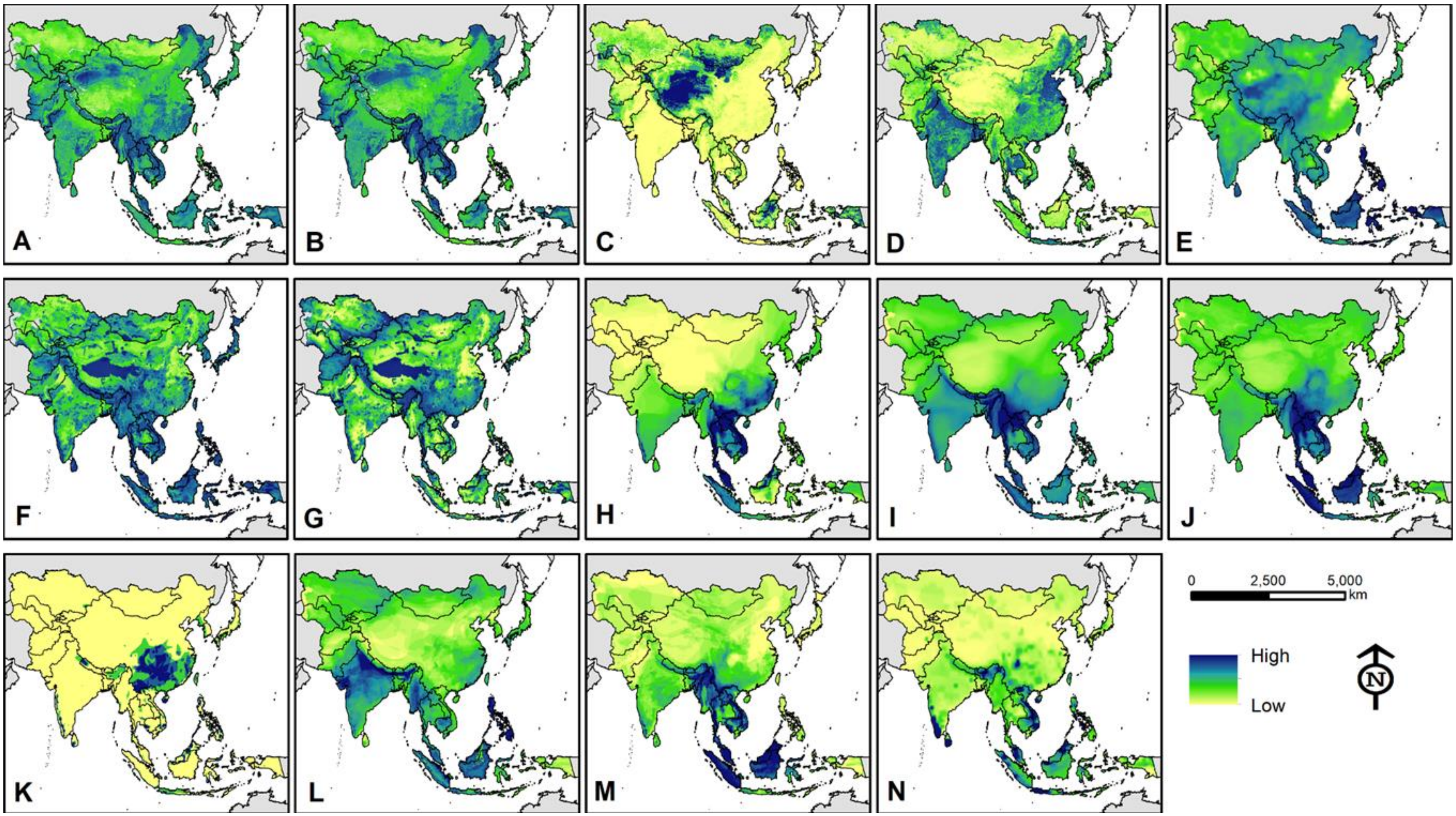
অবশিষ্ট আছে (অক্ষুণ্নতা - intactness); এবং বিশ্বের নির্দিষ্ট কিছু এলাকায় বায়োম বা বন্যপ্রাণীর বিভিন্ন আবাসস্থলের উপস্থিতি (বিরলতা-rarity)।

অগ্রাধিকারমূলক জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণ ম্যাপিংয়ের জন্য আমরা বিভিন্ন বৈচিত্র্যপূর্ণ উৎস থেকে তথ্য তুলে ধরা যে তথ্য জীববৈচিত্র্যের বিভিন্ন উপাদান, ট্যাক্সা-taxa এবং বিন্যাসের স্তরগুলি নির্দেশ করে এবং এসব উত্সগুলির মধ্যে সামঞ্জস্যতা চিহ্নিত করে। আমরা এমন ভৌগোলিক এলাকায় দৃষ্টিপাত করেছি যেখানে জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের ভ্যালু বেশি থাকার তথ্য রয়েছে, এর ফলে আমরা বিশ্বাসী যে তথ্যের উৎসের ধরন নির্বিশেষে এসব এলাকাগুলিতে অর্থপূর্ণ ও অগ্রাধিকারমূলক সংরক্ষণ কার্যক্রম করার সুযোগ রয়েছে ।

আমরা প্রাথমিকভাবে ডেটা সেটের উপর নির্ভর করি যা অপূরণীয়তা-irreplaceability চিহ্নিত করে, যা একটি সাইট সংরক্ষণের লক্ষ্য অর্জনের জন্য কতটা গুরুত্বপূর্ণ তা নির্দেশ করে কারণ এটি সহজেই অন্যান্য সাইট দ্বারা প্রতিস্থাপিত হতে পারে না (কারণ হতে পারে - উচ্চ এন্ডেমিজম, হুমকির মুখে থাকা প্রজাতি বা বিরলতা)। কিছু অগ্রাধিকারমূলক জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের ক্ষেত্রে সুরক্ষার অভাব-vulnerability সংক্রান্ত তথ্যও অন্তর্ভুক্ত করা হয়, যা হুমকির কারণে জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্যের ক্ষতির মাধ্যমে কোনও স্থানের রূপান্তরিত হওয়ার ঝুঁকিকে বোঝায়(Kukkala & Moilanen, 2013) । যদিও সংরক্ষণকে অগ্রাধিকার দেওয়ার সময় সুরক্ষার অভাব একটি গুরুত্বপূর্ণ বিবেচ্য বিষয়, আমরা সাধারণত জীববৈচিত্র্য সম্পর্কে আমাদের বিশ্লেষণ থেকে সুরক্ষার অভাবের তথ্য বাদ দিয়ে দিই কারণ আমাদের উদ্দেশ্য এমন এলাকা চিহ্নিত করা যা জীববৈচিত্র্যের উচ্চ মাত্রা ধরে রাখতে পারে (যেমন, অ্যাভয়ডেন্স এলাকা সমূহ)। আমরা সুরক্ষার অভাবকে বিবেচনায় নিই কারণ এটি LI উন্নয়ন এবং এই মূল্যায়নের আরেকটি অংশের সাথে সম্পর্কিত -উচ্চ জীববৈচিত্র্যের স্থান এবং প্রস্তাবিত LI-এর রুটগুলির মধ্যে ওভারল্যাপের বিশ্লেষণ।

জীববৈচিত্র্যের ইনপুট স্তর

আমরা ।4টি জীববৈচিত্র্য ইনপুট স্তরের জন্য স্থানিক তথ্য সংগ্রহ করেছি (চিত্র।,টেবিল।)। এই স্তরগুলি সম্প্রতি উন্নত (বা আপডেট করা) সূচক হিসেবে ডেভেলপ করা হয় যেখানে এক বা একাধিক জীববৈচিত্র্যের উপাদানকে পুরো স্টাডি এলাকায় গ্রিড সেলের মাধ্যমে ক্রমাগত (রাস্টার ফর্ম্যাট) ডেটা হিসাবে তুলে ধরা হয়। স্তরগুলিতে নির্দেশিত জীববৈচিত্র্যের উপাদানগুলির মধ্যে রয়েছে প্রজাতির সমৃদ্ধি, এন্ডেমিজম, জনসংখ্যার প্রাচুর্য, জীববৈচিত্র্য অক্ষুণ্নতা, পরিবেশগত অবস্থা, বিরলতা এবং পরিপূরকতা। বেশিরভাগ স্তরগুলি স্থলজ বন্যপ্রাণীর জীববৈচিত্র্য ও তাদের বাসস্থানের অবস্থার উপর আলোকপাত করে কারণ বন্যপ্রাণীর উপর LI -এর প্রভাব হচ্ছে USAID-এর বিশদ রিপোর্টের মূল ফোকাস।



চিত্র। : বিশ্লেষণে বিবেচিত জীববৈচিত্র্য স্তরগুলি হচ্ছে - (A) প্রাচুর্যতা-ভিত্তিক জীববৈচিত্র্যের অক্ষুণ্নতা। (B) সমৃদ্ধি-ভিত্তিক জীববৈচিত্র্যের অক্ষুণ্নতা। (C) ইকোরিজিওয়ন অক্ষুণ্নতা। (D) মানুষ দ্বারা ঘটানো পরিবর্তন। (E) স্তন্যপায়ী সম্প্রদায়ের অক্ষুণ্নতা। (F) সুরক্ষিত এলাকা সম্প্রসারণের ক্ষেত্রে বৈশ্বিক অগ্রাধিকার-ভিত্তিক এলাকাসমূহ। (G) সুরক্ষিত এলাকা সম্প্রসারণের ক্ষেত্রে জাতীয় অগ্রাধিকার-ভিত্তিক এলাকাসমূহ। (H) উভচর প্রজাতির সমৃদ্ধি। (I) পাখি প্রজাতির সমৃদ্ধি। (J) স্তন্যপায়ী প্রজাতির সমৃদ্ধি। (K) হুমকির মধ্যে থাকা উভচর প্রজাতির সমৃদ্ধি। (L) হুমকির মধ্যে থাকা পাখির প্রজাতির সমৃদ্ধিত। (M) হুমকির মধ্যে থাকা স্তন্যপায়ী প্রাণী প্রজাতির সমৃদ্ধি। (N) বৈশ্বিক বিপন্নতা সহ এন্ডেমিজমের পরিমাপ। স্তরগুলির মধ্যে অপ্রয়োজনীয়তা কমাতে B, D, H, I এবং J স্তরগুলি অবশেষে বিশ্লেষণ থেকে বাদ দেওয়া হয়।

টেবিল। : জীববৈচিত্র্য ডেটা সেটের বর্ণনা

টেবিল ।: মোটা-স্কেলে জীববৈচিত্র্য বিশ্লেষণে বিবেচিত ডেটা সেটের বর্ণনা				
ডেটা সেট	বর্ণনা	প্রকাশ/ আপডেট করার বছর	স্থানিক রেজল্যুশন	সূত্র/ প্রকাশনা
জীববৈচিত্র্য অক্ষুন্নতা (প্রাচুর্য ভিত্তিক)	অক্ষুণ্ণ আবাসস্থলে থাকা সংখ্যার তুলনায় অন্যান্য প্রজাতির মাঝে কোনো বিস্তৃত এলাকা জুড়ে কোনো একটি নির্দিষ্ট প্রজাতির প্রাণীর গড় সংখ্যা,	2019	। কিমি	Newbold et al. (2016); Sanchez-Ortiz et al. (2019)
জীববৈচিত্র্য অক্ষুন্নতা (সমৃদ্ধি ভিত্তিক)	অক্ষুণ্ণ আবাসস্থলে থাকা প্রাচুর্যের তুলনায় অন্যান্য প্রজাতির মাঝে কোনো বিস্তৃত এলাকা জুড়ে কোনো একটি নির্দিষ্ট প্রজাতির প্রাণীর প্রাচুর্যের গড়,	2019	। কিমি	Newbold et al. (2016); Sanchez-Ortiz et al. (2019)
ইকোরিজিওন অক্ষুণ্নতা	আবাসস্থল অক্ষুণ্নতার একটি পরিমাপ যা নৃতাত্ত্বিক বিশৃঙ্খলার কারণে উদ্ভূত বাসস্থান হ্রাস, বিভক্তি এবং অবক্ষয়ের সম্মিলিত প্রভাব বুঝিয়ে থাকে	2020	। কিমি	Beyer et al. (2020)
বিশ্বে মানুষ দ্বারা ঘটানো পরিবর্তন	স্থলজ ভূমিতে মানুষের দ্বারা ঘটানো পরিবর্তনের একটি সামষ্টিক পরিমাপ যেখানে ।3টি নৃতাত্ত্বিক চাপ সৃষ্টিকারী ফ্যাক্টর ও তাদের সম্ভাব্য প্রভাবের মডেল তৈরি করে কোনো নির্দিষ্ট ভূমির কতটুকু পরিবর্তন হয়েছে তা বোঝার চেষ্টা করা হয়	2019	। কিমি	Kennedy et al. (2019)
স্তন্যপায়ী সম্প্রদায়ের অক্ষুণ্নতা	সমকালীন এবং অতীতের পুনর্গঠিত রেঞ্জের উপর ভিত্তি করে করা বর্তমান ও অতীতের স্তন্যপায়ী প্রজাতির সমৃদ্ধির অনুপাতের হার	2020	96.5 কিমি	Belote et al. (2020)
সুরক্ষিত এলাকা সম্প্রসারণের ক্ষেত্রে বৈশ্বিক অগ্রাধিকার-ভিত্তিক এলাকাসমূহ	স্থল মেরুদণ্ডী প্রাণীর প্রজাতি এবং ইকোরিজিওন সর্বাধিক (maximize) করার লক্ষ্যে বৈশ্বিক সুরক্ষিত অঞ্চলের নেটওয়ার্ক বৃদ্ধির জন্য স্থান-ভিত্তিক অগ্রাধিকারসমূহ	2014	0.2 ডিগ্রী (নিরক্ষরেখায় ~20 কিমি)	Pouzols et al. (2014)
সুরক্ষিত এলাকা সম্প্রসারণের ক্ষেত্রে জাতীয় অগ্রাধিকার-ভিত্তিক এলাকাসমূহ	স্থল মেরুদণ্ডী প্রাণীর প্রজাতি এবং ইকোরিজিওন সর্বাধিক (maximize) করার লক্ষ্যে জাতীয় সুরক্ষিত অঞ্চলের নেটওয়ার্ক	2014	0.2 ডিগ্রী (নিরক্ষরেখায় ~20 কিমি)	Pouzols et al. (2014)

টেবিল ১: মোটা-স্কেলে জীববৈচিত্র্য বিশ্লেষণে বিবেচিত ডেটা সেটের বর্ণনা				
ডেটা সেট	বর্ণনা	প্রকাশ/ আপডেট করার বছর	স্থানিক রেজল্যুশন	সূত্র/ প্রকাশনা
	বৃদ্ধির জন্য স্থান-ভিত্তিক অগ্রাধিকারসমূহ			
উভচর প্রজাতির সমৃদ্ধি	IUCN প্রজাতির রেঞ্জের মানচিত্র অনুযায়ী প্রতি ১0 কিলোমিটার গ্রিড সেলের মধ্যে থাকা উভচর প্রাণী প্রজাতির সংখ্যা	2017	১0 কিমি	Jenkins & Pimm (2013)
পাখি প্রজাতির সমৃদ্ধি	IUCN প্রজাতির রেঞ্জের মানচিত্র অনুযায়ী প্রতি ১0 কিলোমিটার গ্রিড সেলের মধ্যে থাকা পাখি প্রজাতির সংখ্যা	2017	১0 কিমি	Jenkins & Pimm (2013)
স্তন্যপায়ী প্রজাতির সমৃদ্ধি	IUCN প্রজাতির রেঞ্জের মানচিত্র অনুযায়ী প্রতি ১0 কিলোমিটার গ্রিড সেলের মধ্যে থাকা স্তন্যপায়ী প্রাণী প্রজাতির সংখ্যা	2017	১0 কিমি	Jenkins & Pimm (2013)
হুমকির মধ্যে থাকা উভচর প্রজাতির সমৃদ্ধি	IUCN প্রজাতির রেঞ্জের মানচিত্র অনুযায়ী প্রতি ১0 কিলোমিটার গ্রিড সেলের মধ্যে থাকা হুমকির সম্মুখীন উভচর প্রাণী প্রজাতির সংখ্যা	2017	১0 কিমি	Jenkins & Pimm (2013)
হুমকির মধ্যে থাকা পাখি প্রজাতির সমৃদ্ধি	IUCN প্রজাতির রেঞ্জের মানচিত্র অনুযায়ী প্রতি ১0 কিলোমিটার গ্রিড সেলের মধ্যে থাকা হুমকির সম্মুখীন পাখি প্রজাতির সংখ্যা	2017	১0 কিমি	Jenkins & Pimm (2013)
হুমকির মধ্যে থাকা স্তন্যপায়ী প্রাণী প্রজাতির সমৃদ্ধি	IUCN প্রজাতির রেঞ্জের মানচিত্র অনুযায়ী প্রতি ১0 কিলোমিটার গ্রিড সেলের মধ্যে থাকা হুমকির সম্মুখীন স্তন্যপায়ী প্রাণী প্রজাতির সংখ্যা	2017	১0 কিমি	Jenkins & Pimm (2013)
বৈশ্বিক বিপন্নতা সহ এন্ডেমিজমের পরিমাপ	স্থলজ মেরুদণ্ডী প্রাণী প্রজাতির সমৃদ্ধি, তাদের এন্ডেমিজম এবং তাদের বিলুপ্তির ঝুঁকির উপর ভিত্তি করে তৈরি করা একটি জীববৈচিত্র্যের সূচক	2020	১00 কিমি	Farooq et al. (2020)

লেয়ার প্রসেসিং (স্তর প্রক্রিয়াকরণ)

আমরা সকল স্থানিক স্তরগুলিকে একটি সাধারণ সমন্বয় ব্যবস্থার (Albers Conic Equal Area) মধ্যে নিয়ে এসছি, যেখানে রেজোলিউশন (। কিমি ²), ব্যাপ্তি (28 এশিয়ান দেশ;চিত্র।), এবং গ্রিড সেল অ্যালাইনমেন্ট রাখা হয়েছে। তারপর আমরা প্রতিটি স্তরের মূল ভ্যালুগুলিকে কোয়ান্টাইলে রূপান্তরিত করেছি, যেমন 0 থেকে । পর্যন্ত, যেখানে 0 সর্বনিম্ন জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের ভ্যালু এবং । সর্বোচ্চ ভ্যালুর নির্দেশ করে। কোয়ান্টাইল রূপান্তরের মাধ্যমে বিভিন্ন ভ্যালু রেঞ্জ সমৃদ্ধ বিভিন্ন স্তরের মধ্যে যৌক্তিক তুলনা করার সুযোগ পাওয়া যায়। এর ফলে পৃথক ডেটা সেটের বৈচিত্র্যও বৃদ্ধি করা যায়।

জীববৈচিত্র্যের কিছু স্তর পাওয়া যায় অনুরূপ তথ্য থেকে (যেমন, International Union of the Conservation of Nature [IUCN] থেকে প্রাপ্ত প্রাণী প্রজাতির রেঞ্জের মানচিত্র) বা জীববৈচিত্র্য পরিমাপের জন্য অনুরূপ কোনো পন্থার ব্যবহার থেকে যেগুলো অপ্রয়োজনীয় বলে বিবেচনা করা যেতে পারে। যেহেতু আমাদের উদ্দেশ্য ছিল জীববৈচিত্র্যের তথ্যের স্বাধীন উৎসগুলির মধ্যে সামঞ্জস্যতার ক্ষেত্রগুলি চিহ্নিত করা, তাই আমরা অপ্রয়োজনীয় স্তরগুলি বাদ দেওয়া এবং সামগ্রিক জীববৈচিত্র্য মূল্যায়ন করার সময় "গ্রুপ থিংক" এড়ানোর জন্য একটি প্রাথমিক ফিল্টারিং সম্পন্ন করেছি। আমরা কোয়ান্টাইল-রূপান্তরিত স্তরগুলির প্রতিটি জোড়ার জন্য সেল-ভিত্তিক Pearson কোরিলেশন কোয়িফিশিয়েন্ট গণনা করেছি, তারপর প্রতিটি বিশ্লেষণ থেকে | r |> 0.7 মানের প্রতিটি জোড়ার একটি করে স্তর বাদ দিয়েছি(Dormann et al., 2013) । এই ফিল্টারিংয়ের ফলে পাঁচটি অপ্রয়োজনীয় জীববৈচিত্র্য স্তর বাদ দেওয়া হয়েছে। সমৃদ্ধি-ভিত্তিক এবং প্রাচুর্য-ভিত্তিক জীববৈচিত্র্য অক্ষুন্নতার সূচকগুলি পারস্পরিকভাবে অনেকটাই সম্পর্কিত হওয়ায় আমরা সমৃদ্ধি-ভিত্তিক স্তরটি বাদ দিয়েছি এবং প্রাচুর্য-ভিত্তিক স্তরটি রেখে দিয়েছি কারণ প্রাণী প্রজাতির সমৃদ্ধির তথ্য অন্যান্য কয়েকটি স্তরে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছিল। গ্লোবাল হিউম্যান মডিফিকেশন (বিশ্বে মানুষ দ্বারা ঘটানো পরিবর্তন) এবং ইকোরিজিওয়ন অক্ষণ্নতা পারস্পরিকভাবে অনেকটাই সম্পর্কিত হওয়ায় আমরা বিশ্বে মানুষ দ্বারা ঘটানো পরিবর্তন স্তরটি বাদ দিয়েছি এবং ইকোরিজিওন অক্ষণ্নতা স্তরটি রেখে দিয়েছি কারণ পরে যে স্তরটি উল্লেখ করা হয়েছে সেখানে প্রাণীর বাসস্থানে বিভক্তি সংক্রান্ত অতিরিক্ত তথ্য অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। উভচর, পাখি এবং স্তন্যপায়ী প্রাণী প্রজাতির সমৃদ্ধি নিজেদের শ্রেণির মধ্যে এবং এন্ডেমিজমের সাথে অনেকটাই সম্পর্কিত হওয়ায় আমরা এই তিনটি প্রজাতির সমৃদ্ধি স্তরগুলি বাদ দিয়েছি, তবে একই প্রজাতির মধ্যে থাকা হুমকির মধ্যে থাকা প্রাণীর স্তরগুলি আমরা রেখে দিয়েছি, কারণ জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের অগ্রাধিকারসমূহ নির্ধারণের জন্য হুমকির মধ্যে থাকা প্রাণী প্রজাতির সমৃদ্ধি সংক্রান্ত তথ্যাদি আরও প্রাসঙ্গিক হতে পারে(Brooks et al., 2006) ।

বিমিশ্র জীববৈচিত্র সূচক

বিশ্লেষণে অন্তর্ভুক্ত প্রতিটি গ্রিড সেলের জন্য বাকি সবগুলি স্তর জুড়ে জীববৈচিত্র্যের গড় মান প্রতিফলিত করার জন্য আমরা একটি বিমিশ্র জীববৈচিত্র্য সূচক-composite biodiversity index (CBI) তৈরি করেছি। প্রতিটি গ্রিড সেলের কোয়ান্টাইল-ট্রান্সফর্মড লেয়ার ভ্যালুগুলির মিডিয়ান দিয়ে CBI গণনা করা হয়। এসব কিছুর আউটপুট ছিল ।-কিমি ² রেজোলিউশনে পুরো স্টাডি এলাকা জুড়ে একটি ধারাবাহিক মানচিত্র, CBI মান । এর কাছাকাছি হলে নির্দেশ করে যে একটি নির্দিষ্ট স্থান জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের ক্ষেত্রে উচ্চ অগ্রাধিকার পাবে এবং 0 এর কাছাকাছি মান নির্দেশ করে যে একটি নির্দিষ্ট স্থানকে কম অগ্রাধিকার দেওয়া হবে। মডারেট CBI মান নির্দেশ করে যে যে একটি নির্দিষ্ট স্থানকে মডারেট বা মাঝারি অগ্রাধিকার, দেওয়া হবে অথবা উচ্চ এবং নিম্ন অগ্রাধিকার প্রাপ্ত স্তরগুলির মিশ্রণ হবে; এইভাবে স্তরগুলির মধ্যে বৈচিত্র্যকে আরও ভালোভাবে বোঝার জন্য আমরা প্রতিটি গ্রিড সেলের পরিমাপের একটি সারমর্ম তৈরি করি: ন্যূনতম, সর্বাধিক, মান বিচ্যুতি এবং কোয়ান্টাইল সহ স্তরগুলির সংখ্যা> 0.9 (অর্থাৎ শীর্ষ দশের মধ্যে)

জীববৈচিত্র্য কোর-CORE শনাক্তকরণ

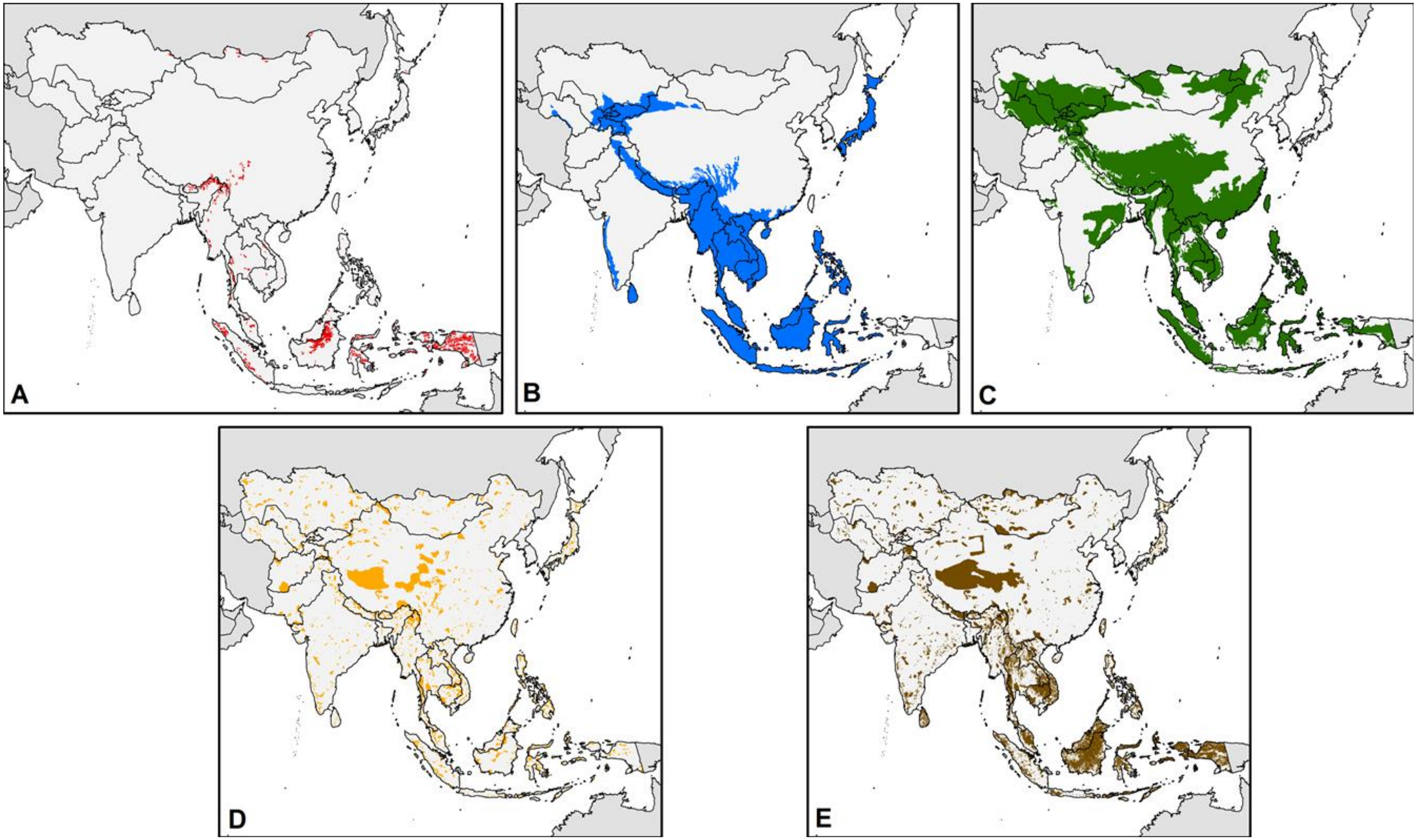
সম্ভাব্য অ্যাভয়ডেন্স এলাকাগুলো তুলে ধরা এবং সূক্ষ্ম স্কেল বিশ্লেষণের জন্য অঞ্চলগুলিকে হাইলাইট করার জন্য আমরা আমাদের CBI মান দিয়ে করা ধারাবাহিক মানচিত্রকে একটি ক্যাটাগরিকাল মানচিত্রে রূপান্তরিত করেছি যা উচ্চ-CBI গ্রিড সেলগুলির সমষ্টি দেখায়, যাকে আমরা "বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর" বলে উল্লেখ করেছি। আমরা প্রথমে একটি Gaussian kernel-এর মধ্যে 10 কিলোমিটারের মান বিচ্যুতি সহ CBI মানগুলির গড় করে একটি স্মুথিং ফাংশন প্রয়োগ করে CBI মানগুলির কিছু সূক্ষ্ম স্কেলের ভিন্নতা-variation দূর করেছি। এই ধাপটিতে সংরক্ষণের সম্ভাবনা কম হতে পারে এমন উচ্চ-মান সম্পন্ন সেলগুলিকে ফিল্টার করা হয়েছে কারণ সেগুলো উচ্চ-মানের সেলগুলির বৃহত্তর সমষ্টির বাইরে অবস্থিত। আমরা এই পরিমার্জিত স্তরকে কোয়ান্টাইলে রূপান্তরিত করেছি এবং পুরো স্টাডি এলাকা জুড়ে থাকা মান বন্টনের গণনা করে একটি কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ডের উপর ভিত্তি করে প্রতিটি গ্রিড সেলকে উচ্চ বা নিম্ন জীববৈচিত্র্যের ভ্যালু হিসাবে বিন্যাস করেছি। উচ্চ মান নির্ধারণের জন্য আমরা তিনটি ভিন্ন থ্রেশহোল্ড (90 তম, 80 তম, এবং 70 তম পার্সেন্টাইল, যা যথাক্রমে গ্রিড সেলের শীর্ষ 10, 20, এবং 30 শতাংশকে নির্দেশ করে) ব্যবহার করেছি, যাতে USAID অ্যাভয়ডেন্স এলাকা নির্ধারণে নমনীয় হতে পারে এবং বিদ্যমান আন্তর্জাতিক চুক্তি ও সংরক্ষণের উদ্যোগের আলোকে শতাংশ-ভিত্তিক সংরক্ষণের লক্ষ্যমাত্রার ভ্যারিয়েশন তুলে ধরতে পারে। অবশেষে, আমরা 8-নেইবার অ্যাডজেসেন্সি নিয়ম ব্যবহার করে উচ্চ-মানের সেলগুলির ("কোর") সুংযুক্ত প্যাচগুলি শনাক্ত করেছি এবং 500 কিমি ^{2} এর চেয়ে ছোট কোরগুলি ফিল্টার করেছি, যেগুলো সংরক্ষণের জন্য উদ্বেগ রয়েছে এমন বেশ কয়েকটি বড় স্তন্যপায়ী প্রজাতির হোম রেঞ্জের আকারের সাথে মোটামুটি মিলে যায় (যেমন, বাঘ, স্নো লেপার্ড, এশিয়ান হাতি)। 500 কিলোমিটার ^{2} এর চেয়ে ছোট এলাকায় অপেক্ষাকৃত ছোট হোম রেঞ্জের প্রজাতির বাসস্থান হিসাবে বা বৃহত্তর বন্যপ্রাণী ছড়িয়ে দেওয়ার জন্য "স্টেপিং স্টোন" হিসাবে উচ্চ সংরক্ষণের ভ্যালু থাকতে পারে, তবে আমাদের উদ্দেশ্য ছিল অসামান্য জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের ভ্যালু আছে এমন স্থান নির্দেশ করা বড় কোরগুলিকে তুলে ধরা যেখানে সম্ভাব্যভাবে সকল স্থানীয় বন্যপ্রাণী প্রজাতির সংকুলান করা যেতে পারে।

আমাদের জীববৈচিত্র্যের বেশ কয়েকটি স্তর ছিল যেগুলো আংশিকভাবে প্রজাতির সমৃদ্ধির সাথে সম্পর্কিত, যা একটি স্পষ্ট অক্ষাংশীয় গ্রেডিয়েন্ট প্রদর্শন করে, যেখানে বিষুবরেখার কাছাকাছি সমৃদ্ধি সবচেয়ে বেশি এবং মেরু অঞ্চলের কাছে সমৃদ্ধি সবচেয়ে কম(Hillebrand, 2004) । এর ফলে মহাদেশীয় স্কেলে দেখা যায় উচ্চ জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের ভ্যালু সম্পন্ন অঞ্চলগুলি এশিয়ার দক্ষিণাঞ্চলের নিকটে অবস্থিত। তবে, USAID চাইলে এশিয়ার অন্য কোথাও জীববৈচিত্র্য অগ্রাধিকার বিবেচনা করতে পারে যেগুলো জাতীয় বা আঞ্চলিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ, এমনকি যদি তাদের মহাদেশীয় বা বৈশ্বিক স্কেলে কম সংরক্ষণের গুরুত্ব থেকেও থাকে। এজন্য আমরা জাতীয় স্কেলে (অর্থাৎ 28টি স্টাডি অঞ্চলের প্রতিটি দেশের মধ্যে) এবং আঞ্চলিক স্কেলে (অর্থাৎ জাতিসংঘের জিওস্কিম ফর এশিয়ায় বর্ণিত চারটি এশীয় উপ-অঞ্চলের মধ্যে প্রতিটিতে) জীববৈচিত্র্য কোরগুলির পৃথক বিশ্লেষণ পরিচালনা করেছি যেখানে পুরো মহাদেশীয় স্টাডি এলাকার পরিবর্তে প্রতিটি দেশ বা অঞ্চলের মধ্যে থেকে CBI কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ডের গণনা করা হয়।

আমাদের বিশ্লেষণে চিহ্নিত কোর জীববৈচিত্র্য অঞ্চলের পরিবেশগত বৈশিষ্ট্যগুলি আরও ভালোভাবে বোঝার জন্য আমাদের স্টাডি এলাকায় বিদ্যমান 13টি স্থলজ বায়োমের মধ্যে প্রতিটি কোরের মোট ক্ষেত্রের (এরিয়া-area) অনুপাত গণনা করেছি(Olson et al., 2001) । কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ড (70 তম, 80 তম এবং 90 তম পার্সেন্টাইল) এবং ভৌগলিক স্কেল (মহাদেশীয়, আঞ্চলিক এবং জাতীয়) এর প্রতিটি কম্বিনেশনের গণনা করা হয়েছে।

বৈশ্বিক অগ্রাধিকার প্রকল্পের সাথে তুলনা

অতীতে বৃহত্তর স্কেলে জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের জন্য স্থানিক অগ্রাধিকার প্রতিষ্ঠার বেশ কিছু প্রচেষ্টা নেওয়া হয়েছিল(Brooks et al., 2006) । আমরা আমাদের বিশ্লেষণে চিহ্নিত বৃহৎ কোর জীববৈচিত্র্য অঞ্চলগুলিকে পাঁচটি সুপরিচিত বৈশ্বিক সংরক্ষণ অগ্রাধিকার স্কিম দ্বারা চিহ্নিত জীববৈচিত্র্যের অগ্রাধিকারমূলক এলাকার সাথে তুলনা করেছি (চিত্র2 ,টেবিল2) এর মাধ্যমে পূর্বে প্রতিষ্ঠিত বৈশ্বিক অগ্রাধিকারগুলির সাথে এশীয় অগ্রাধিকারগুলি কতটা সামঞ্জস্যপূর্ণ তার একটা ভাল ধারণা পাওয়া যায়।। এই বৈশ্বিক অগ্রাধিকার স্কিমগুলির মধ্যে রয়েছে Critical Ecosystem Partnership Fund (CEPF) বায়োডাইভারসিটি হটস্পট(Myers et al., 2000) ; গ্লোবাল 200 Ecoregions(Olson & Dinerstein, 2002) ; International Finance Corporation Performance Standard 6 (IFCPS6) গুরুত্বপূর্ণ বাসস্থান(Brauneder et al., 2018) ; অক্ষত বনভূমি(Potapov et al., 2017) ; এবং মূল জীববৈচিত্র্যের এলাকাসমূহ([KBAs], IUCN, 2016) । বৈশ্বিক অগ্রাধিকার স্কিমগুলির জন্য ভূ-স্থানিক স্তরগুলি ছিল ক্যাটাগরিকাল (ভেক্টর ফরম্যাট) ডেটা যেখানে পলিগনের মাধ্যমে জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্য (যেমন, হটস্পট, অক্ষত বনভূমি) তুলে ধরা হয়, যা আমরা আমাদের বিশ্লেষণে ব্যবহৃত জীববৈচিত্র্য স্তরের সাথে মিলিয়ে ।-কিমি র‍্যাস্টার (raster) ডেটাতে রূপান্তরিত করেছি। আমরা আমাদের নিজস্ব বিশ্লেষণে বৈশ্বিক অগ্রাধিকার স্কিম এবং মহাদেশীয় স্কেলের বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোরের বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে স্থানিক ওভারল্যাপকে দুটি উপায়ে পরিমাপ করেছি: (।) প্রতিটি অগ্রাধিকার স্কিম থেকে জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্য সম্পন্ন অঞ্চলের মোট অনুপাত যেটা কোরগুলির সাথে ওভারল্যাপ করে এবং (2) কোর অঞ্চলের মোট অনুপাত যেটা প্রতিটি অগ্রাধিকার স্কিম থেকে জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে ওভারল্যাপ করে। আমরা বৃহত্তর জীববৈচিত্র্য কোর (70 তম, 80 তম এবং 90 তম পার্সেন্টাইল) এবং তিনটি ভৌগোলিক স্কেল (মহাদেশীয়, আঞ্চলিক এবং জাতীয়) প্রতিষ্ঠার জন্য ব্যবহৃত তিনটি কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ডের জন্য এই অনুপাতগুলি আলাদাভাবে গণনা করেছি।



চিত্র2 : বিদ্যমান বৈশ্বিক জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণ অগ্রাধিকার প্রকল্পসমূহ (ক) অক্ষত বনভূমি। (খ) ক্রিটিক্যাল ইকোসিস্টেম পার্টনারশিপ ফান্ড বায়োডাইভারসিটি হটস্পট। (C) গ্লোবাল 200 ইকোরিজিওন। (D) মূল জীববৈচিত্র্য এলাকা। (ঙ) International Finance Corporation Performance Standard 6 গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থল।

টেবিল2 : বিদ্যমান বৈশ্বিক জীববৈচিত্র্য অগ্রাধিকার প্রকল্পসমূহের বর্ণনা

টেবিল 2: বিদ্যমান বৈশ্বিক জীববৈচিত্র্য অগ্রাধিকার প্রকল্পসমূহের বর্ণনা			
ডেটা সেট	বর্ণনা	প্রকাশ/ আপডেট করার বছর	সূত্র/ প্রকাশনা
ক্রিটিক্যাল ইকোসিস্টেম পার্টনারশিপ ফান্ড বায়োডাইভারসিটি হটস্পট	36টি বৈশ্বিক হটস্পট যেগুলো স্থানীয় ভাস্কুলার উদ্ভিদ প্রজাতির সমৃদ্ধি এবং মূল প্রাকৃতিক উদ্ভিদের ক্ষতির উপর ভিত্তি করে নির্ণয় করা হয়েছে	2016	Myers et al. (2000)
গ্লোবাল 200 ইকোরিজিওন	প্রজাতির সমৃদ্ধি, এন্ডেমিজম, কোনো প্রজাতির অসামান্য উপস্থিতি, অসাধারণ পরিবেশগত বা বিবর্তনীয় ঘটনা এবং আবাসের বৈশ্বিক বিরলতা দ্বারা নির্দেশিত হিসাবে উচ্চ অপূরণীয়তা বা স্বতন্ত্রতা সম্পন্ন পরিবেশ	2002	Olson & Dinerstein (2002)
International Finance Corporation Performance Standard 6 গুরুত্বপূর্ণ বাসস্থান	পাঁচটি মানদণ্ডের উপর ভিত্তি করে গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থলের স্ক্রিনিং স্তর যা হুমকির মুখে থাকা, স্থানীয়, একসাথে হওয়া-কংগ্রিগেটরি এবং পরিযায়ী-মাইগ্রেটরি প্রজাতি, হুমকির মুখে থাকা বা অনন্য ইকোসিস্টেম এবং মৌলিক বিবর্তনীয় প্রক্রিয়াগুলির উপর নির্ভর করে	2018	Brauneder et al. (2018)
অক্ষত বনভূমি	বনাঞ্চলের অঞ্চলের মধ্যে প্রাকৃতিক বাস্তুতন্ত্রের অখণ্ড বিস্তার যা উল্লেখযোগ্য মানবিক কার্যকলাপের কোন লক্ষণ দেখায় না এবং এত বড় যে বিস্তৃত প্রজাতির কার্যকর জনসংখ্যা সহ সকল দেশীয় জীববৈচিত্র্য বজায় রাখা যায়	2016	Potapov et al. (2017)
মূল জীববৈচিত্র্য এলাকা	ঝুঁকিপূর্ণ জীববৈচিত্র্য, ভৌগোলিকভাবে সীমিত জীববৈচিত্র্য, পরিবেশগত অখণ্ডতা, জৈবিক প্রক্রিয়া বা অপূরণীয়তার উপর ভিত্তি করে বিশ্বব্যাপী সংরক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ সাইটগুলি	2020	IUCN (2016)

ম্যাপিং দ্বারা প্রস্তাবিত LI

বৈশ্বিক এবং আঞ্চলিক অর্থনৈতিক উন্নয়ন উদ্যোগের সাথে যুক্ত এশিয়ায় প্রস্তাবিত সড়ক, রেলপথ এবং বিদ্যুৎ লাইনের রুটগুলির একটি ভূ -স্থানিক ডাটাবেইজ আমরা সংকলন করেছি (টেবিল3)। এই উদ্যোগগুলি এশিয়ার সবচেয়ে বড় অনেকগুলি প্রস্তাবিত LI উন্নয়ন কর্মকান্ডের অংশ যা বহুপাক্ষিক উন্নয়ন ব্যাংকগুলি দ্বারা অর্থায়িত হয়ে থাকে। যদিও জাতীয়, রাজ্য এবং স্থানীয় উদ্যোগের সাথে যুক্ত LI উন্নয়ন সমগ্র এশিয়া জুড়েই ঘটছে, পুরো মহাদেশ জুড়ে এসব প্রকল্পের তথ্য সংকলন করা এই গবেষণার জন্য সম্ভবপর ছিল না। কিছু LI প্রকল্পের রুট বিভিন্ন উদ্যোগের জন্য ভূ -স্থানিক ডেটা ফরম্যাটে উপলভ্য ছিল, কিন্তু বেশিরভাগ ক্ষেত্রে, আমরা রুট অবস্থান নির্ধারণের জন্য রিপোর্ট এবং পরিকল্পনা নথিতে পাওয়া মানচিত্রের উপর নির্ভর করেছি, যা আমরা ArcGIS 10.8 ব্যবহার করে ডিজিটালাইজড করেছি।

কিছু LI রুট একাধিক উদ্যোগে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছিল এবং আমরা এই ডুপ্লিকেটগুলির জন্য আমাদের ডাটাবেইজ স্ক্রিন করে সাম্প্রতিক বা আরও বিস্তারিত মানচিত্র থেকে তথ্য গ্রহণ করেছি। সোর্স মানচিত্র বা ডাটাবেইজে নির্দেশিত বর্তমান চলমান থাকা LI রুটগুলি আমরা ফিল্টার করে নিয়েছি। যদিও আমরা LI প্রকল্পগুলির অবস্থা সম্পর্কে পাওয়া সাম্প্রতিক তথ্যগুলি ব্যবহার করেছি, আমরা স্বীকার করি যে আমাদের চূড়ান্ত ডেটা সেটে অন্তর্ভুক্ত কিছু প্রকল্পের কাজ হয়ত সম্প্রতি শেষ হয়েছে। সম্পূর্ণ নতুন LI রুট এবং বিদ্যমান রুটগুলির উন্নয়ন (যেমন, একটি সড়ক দুই থেকে চার লেনে প্রশস্ত করা) এমন প্রকল্পগুলি আমাদের ডাটাবেইজে অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে।

টেবিল3 : লিনিয়ার অবকাঠামোর তথ্যর উৎস

টেবিল 3: লিনিয়ার অবকাঠামোর তথ্যর উৎস			
উদ্যোগ	LI মোড	অঞ্চল	তথ্য সূত্র
বেল্ট অ্যান্ড রোড ইনিশিয়েটিভ (BRI)	সড়ক, রেলপথ	এশিয়া-ব্যাপী	Reed & Trubetskoy (2019)
Asian Development Bank (ADB) Regional Transport Infrastructure - এশীয় উন্নয়ন ব্যাংক (এডিবি) আঞ্চলিক পরিবহন অবকাঠামো	সড়ক, রেলপথ	দক্ষিণ এবং দক্ষিণ -পূর্ব	Morgan et al. (2015)
এশিয়ান হাইওয়ে নেটওয়ার্ক	সড়ক	এশিয়া-ব্যাপী	UNESCAP (2019a)
Great Mekong Subregion Economic Cooperation Program (GMS)	সড়ক, রেলপথ, বিদ্যুৎ লাইন	দক্ষিণ -পূর্ব	ADB (2018c); GMS, (2018, 2020)
Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) ইনফ্রাস্ট্রাকচার প্রজেক্ট ইনিশিয়াল পাইপলাইন	সড়ক, রেলপথ, বিদ্যুৎ লাইন	দক্ষিণ -পূর্ব	ASEAN (2019)
Central Asia Regional Economic Cooperation Program (CAREC)	সড়ক, রেলপথ	কেন্দ্রীয়	ADB (2017, 2020a)
South Asia Subregional Economic Cooperation Program (SASEC)	সড়ক, রেলপথ, বিদ্যুৎ লাইন	দক্ষিণ	(ADB, 2020b)
ট্রান্স-এশিয়ান রেলপথ নেটওয়ার্ক	রেলপথ	এশিয়া-ব্যাপী	UNESCAP (2019b)
CASA-1000	বিদ্যুৎ লাইন	কেন্দ্রীয়	CASA-1000 (2018)
উত্তর-পূর্ব এশিয়ান সুপার গ্রিড/গোবিটেক	বিদ্যুৎ লাইন	পূর্ব	Mano et al. (2014)
ASEAN বিদ্যুৎ গ্রিড	বিদ্যুৎ লাইন	দক্ষিণ -পূর্ব	IEA (2019)

সম্ভাব্য প্রভাব মূল্যায়ন

আমরা প্রতিটি LI মোডের জন্য প্রস্তাবিত রুটের মোট দৈর্ঘ্য গণনা করেছি, এবং প্রস্তাবিত নতুন রুট এবং বিদ্যমান রুটগুলির প্রস্তাবিত উন্নয়ন (যেমন, বিদ্যমান সড়কগুলি পাকা করা বা প্রশস্ত করা)-এর মধ্যে পার্থক্য তুলে ধরেছি। আমরা অল্প সংখ্যক প্রস্তাবিত সড়ক প্রকল্পের জন্য নতুন রুট এবং উন্নয়নের মধ্যে পার্থক্য করতে পারিনি। কোন একটি দেশের সীমানার ভেতরে প্রতিটি মোডের প্রস্তাবিত LI -এর দৈর্ঘ্য এবং প্রস্তাবিত LI -এর ঘনত্ব অনুসারে আমরা বিভিন্ন দেশের র‍্যাংকিং করেছি।

ডিজিটালাইজড LI রুটগুলো যেখানে যেখানে জীববৈচিত্র্যের কোরগুলিকে ছেদ করে, সেখানে জীববৈচিত্র্য এবং LI উন্নয়নের মধ্যে বিরোধের সম্ভাব্য ক্ষেত্রগুলি আমরা ম্যাপ করেছি। রুটের স্কেলের

উৎসের মানচিত্র থেকে ডিজিটাইজ করা LI বৈশিষ্ট্যগুলির দুর্বল স্থানিক নির্ভুলতা এবং প্রাথমিক পরিকল্পনা এবং নির্মাণের মধ্যে রুট ডিজাইনের সম্ভাব্য পরিবর্তনের কারণে আমরা রুটগুলির সঠিক অবস্থানের অনিশ্চয়তার জন্য উভয় পাশে 25 কিলোমিটার রুট বাফার করেছি। এই বাফারটি বন্যপ্রাণীর উপর বেশিরভাগ LI প্রভাবের সম্ভাব্য স্থানিক ব্যাপ্তিকে নির্দেশ করে থাকে, যার মধ্যে রয়েছে সরাসরি প্রভাব (যেমন, শব্দ, কৃত্রিম আলো বা যানবাহন থেকে নির্গত ধোঁয়া; প্রান্ত-সীমায় থাকার প্রভাব; যানবাহনের সাথে সংঘর্ষে বা বৈদ্যুতিক সংস্পর্শে এসে মৃত্যু) যা সাধারণত LI এর 5 কিমি এর মধ্যে ঘটে থাকে(Benítez-López et al., 2010) এবং সেকেন্ডারি প্রভাব (যেমন, বন্যপ্রাণী শিকার এবং পাচার করা; অবৈধ গাছ কাটা থেকে সৃষ্ট আবাসস্থলের ক্ষতি) যা LI-এর স্থান থেকে আরও দূরে কোথাও ঘটে থাকে(Ng et al., 2020) । আমরা এখন থেকে প্রস্তাবিত LI বৈশিষ্ট্যগুলির রুটগুলির 25 কিলোমিটারের মধ্যে এই অঞ্চলগুলিকে "সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চল" বা PEZ হিসাবে উল্লেখ করছি। প্রতিটি LI মোড এবং প্রতিটি জীববৈচিত্র্য কোরকে সংজ্ঞায়িত করার জন্য আমরা এশিয়ার PEZ-গুলির মধ্যে থাকা কোর এলাকাগুলির মোট অনুপাত গণনা করেছি। একটি দেশের মোট কোর এলাকা যেগুলো PEZ-কে ছেদ করে এবং সেই সংক্রান্ত শতকরা হিসাবের উপর ভিত্তি করে আমরা দেশগুলির র‍্যাংকিং করেছি।

আমরা এশিয়ার PEZs এবং PA- এর মধ্যে ওভারল্যাপ খোঁজার চেষ্টা করেছি। আমরা বিশেষভাবে IUCN ক্যাটাগরি Ia (নিয়ন্ত্রিত প্রাকৃতিক রিজার্ভ) এবং Ib (বুনো এলাকা) এর PA- তে ফোকাস করেছি কারণ এই অঞ্চলগুলিতে মানুষের তেমন প্রভাব নেই এবং জীববৈচিত্র্যের জন্য কঠোর সুরক্ষা বলয় রয়েছে, তাই প্রস্তাবিত LI- এর প্রভাবগুলি এই এলাকায় জীববৈচিত্র্যের সুরক্ষা বলয়কে ক্ষতিগ্রস্ত করতে পারে। আমরা প্রতিটি LI মোডের জন্য PEZs এর মধ্যে Ia এবং Ib PA ক্যাটাগরির সংখ্যা এবং মোট এলাকা গণনা করেছি, সেইসাথে PEZs এর মধ্যে থাকা মোট PA এলাকার অনুপাত এবং PA-এর মধ্যে থাকা PEZ এলাকার মোট অনুপাতও গণনা করেছি।

ফলাফল

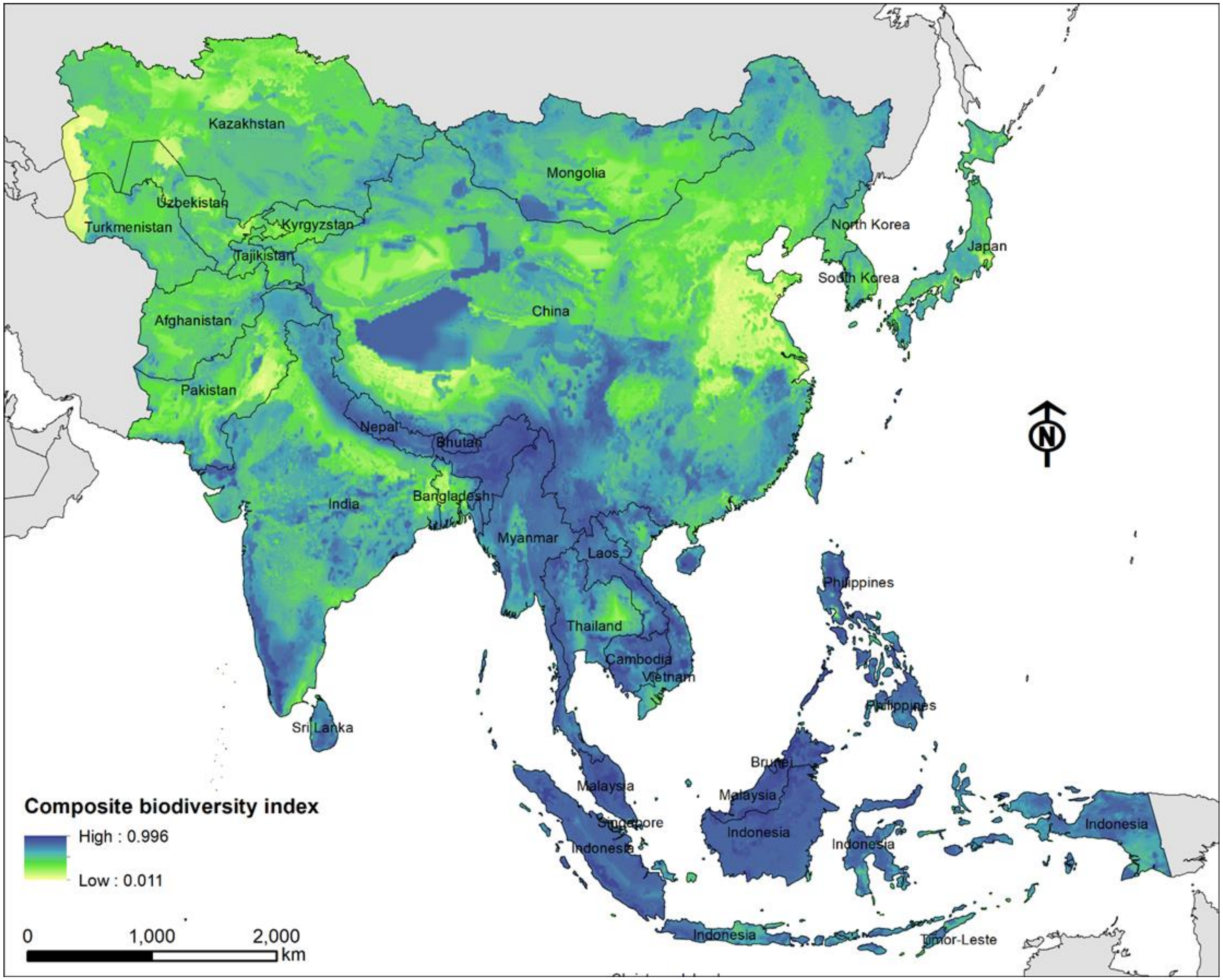
জীববৈচিত্র্য ম্যাপিং

এশিয়া জুড়ে CBI (অর্থাৎ, নয়টি জীববৈচিত্র্য স্তর জুড়ে বিদ্যমান মিডিয়ান কোয়ান্টাইল মান) মানের বেশ তারতম্য রয়েছে, সর্বনিম্ন মান রয়েছে মধ্য ও পূর্ব এশিয়ায় আর সর্বোচ্চ মান রয়েছে দক্ষিণ ও দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ায় (চিত্র3)। বিষুবরেখার কাছাকাছি জীববৈচিত্র্য বৃদ্ধির এই পর্যবেক্ষণ পূর্বে উল্লিখিত ও নথিভুক্ত করা অক্ষাংশের জীববৈচিত্র্যের গ্রেডিয়েন্টের সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ। বিশেষ করে উচ্চতর CBI মানসম্পন্ন অঞ্চলগুলির মধ্যে রয়েছে মালয় উপদ্বীপ, বোর্নিও, সুমাত্রা, দক্ষিণ -পশ্চিম ভারত, উত্তর -পূর্ব ভারত, হিমালয়ের পাদদেশ, উত্তর তিব্বতীয় মালভূমি এবং পূর্ব কম্বোডিয়া।

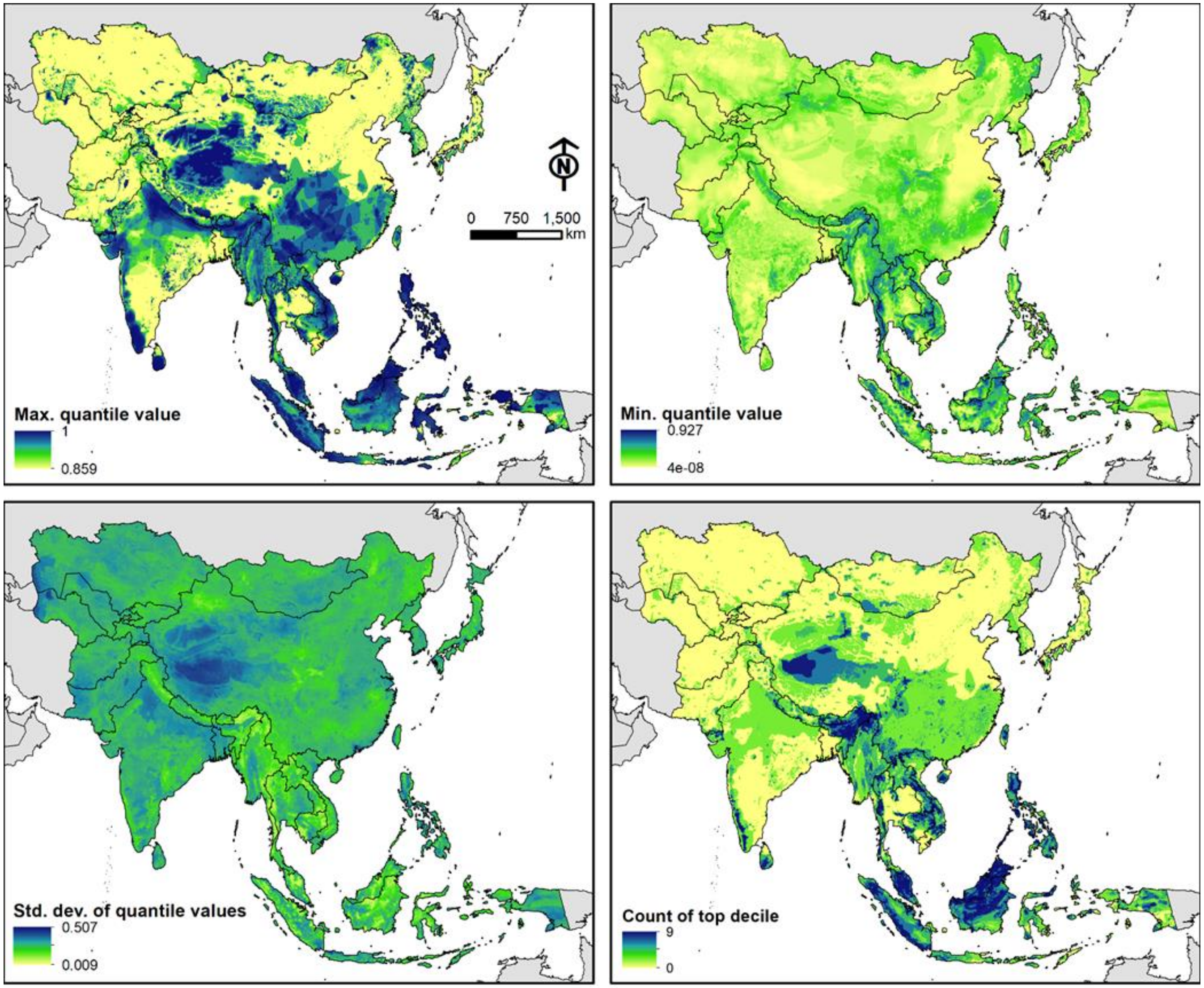
কোয়ান্টাইলে রূপান্তরিত জীববৈচিত্র্য স্তর থেকে প্রাপ্ত অন্যান্য সংক্ষিপ্ত পরিমাপের একটি পরীক্ষা থেকে বোঝা যায় যে সর্বোচ্চ জীববৈচিত্র্য ভ্যালুর ক্ষেত্রগুলির ব্যাপারে স্তরগুলির মধ্যে শক্তিশালী সম্পর্ক রয়েছে। উচ্চ CBI (মিডিয়ান কোয়ান্টাইল ভ্যালু) এর ক্ষেত্রেও সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন মান রয়েছে এবং সকল বা প্রায় সকল জীববৈচিত্র্য স্তরের ক্ষেত্রে এগুলোর স্কোর শীর্ষ দশকের মধ্যে রয়েছে (চিত্র4)। মধ্যম এবং কম ভ্যালুর অঞ্চলগুলির ক্ষেত্রে জীববৈচিত্র্য স্তরগুলির মধ্যে দুর্বল সম্পর্ক রয়েছে । উদাহরণস্বরূপ, কোয়ান্টাইল মান (স্তরগুলির মধ্যে সম্পর্কের একটি সূচক) এর মান বিচ্যুতি-standard deviation পশ্চিম চীনে বেশি, একটি অঞ্চল যেখানে কম প্রজাতির প্রাণী আছে কিন্তু তা পরিবেশগতভাবে অক্ষত রয়েছে, এবং উত্তর মধ্য ভারতে, যা প্রাণী প্রজাতির দিক থেকে সমৃদ্ধ কিন্তু সেখানের পরিবেশের অবনতি বিদ্যমান। এশিয়ার অন্যান্য অনেক এলাকা কম মাত্রায় হলেও জীববৈচিত্র্যের বিভিন্ন উপাদানের ভ্যালুর মধ্যে অসঙ্গতি প্রদর্শন করে থাকে।

CBI থেকে প্রাপ্ত কন্টিনেন্টাল-স্কেলের বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর উপরে বর্ণিত উচ্চ-CBI অঞ্চলের সাথে ঘনিষ্ঠভাবে সম্পর্কিত এবং সেগুলো দক্ষিণ এশিয়ায়-বিশেষ করে দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ায় বিস্তৃত রয়েছে

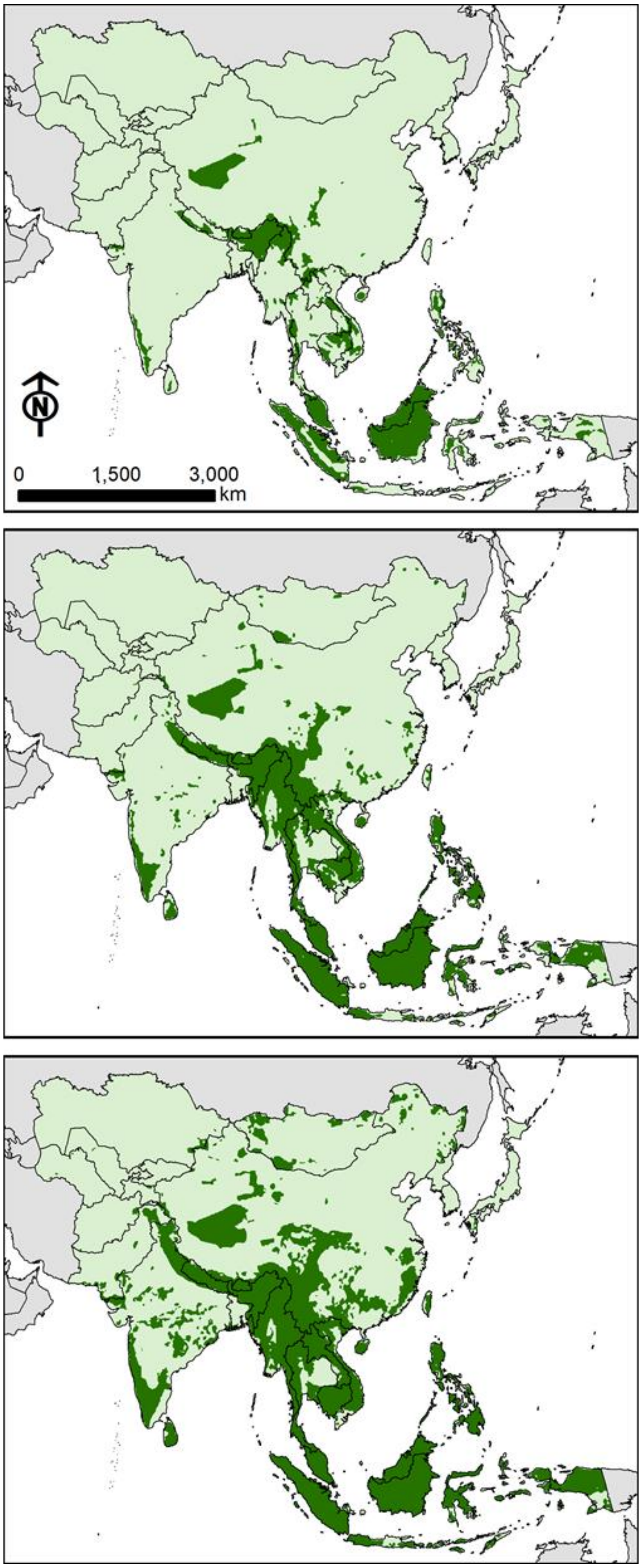
(চিত্র 5)। উচ্চ ভ্যালুর জীববৈচিত্র্য অঞ্চলের (CBI মানগুলির 80তম ও 70তম পার্সেন্টাইল) নিচু থ্রেশহোল্ডে কোরগুলি দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার প্রায় পুরোটা জুড়েই বিস্তৃত এবং আরও কিছু কোর মধ্য ভারত, দক্ষিণ চীন এবং উত্তর চীন এবং মঙ্গোলিয়ার বিক্ষিপ্ত এলাকায় দেখা যায় (চিত্র5)। আঞ্চলিক স্কেলে চিহ্নিত কোরগুলির মধ্যে রয়েছে মহাদেশীয়-স্কেল বিশ্লেষণে চিহ্নিত দক্ষিণ ও দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার একই অঞ্চলের অনেকগুলি কোর বিদ্যমান রয়েছে, এছাড়াও মধ্য ও পূর্ব এশিয়ায় কিছু অতিরিক্ত কোর রয়েছে (চিত্র6)। দক্ষিণ এশিয়ার আঞ্চলিক কোরগুলি মূলত উত্তর -পূর্ব এবং দক্ষিণ -পশ্চিম ভারতে, তেরাই আর্ক (ভারত, নেপাল এবং ভুটানের অংশ সহ) এবং শ্রীলঙ্কার অভ্যন্তরে অবস্থিত। দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ায় আঞ্চলিক কোরগুলি মূলত পেনিনসুলার মালয়েশিয়া, মধ্য বোর্নিও, সুমাত্রা এবং উত্তর মায়ানমারে অবস্থিত। মধ্য এশিয়ার আঞ্চলিক কোরগুলি মূলত দক্ষিণ এবং পূর্ব কাজাখস্তানে অবস্থিত। পূর্ব এশিয়ায় আঞ্চলিক কোরগুলি মূলত উত্তর তিব্বতীয় মালভূমি এবং দক্ষিণ চীনে মায়ানমার, লাওস এবং ভিয়েতনামের সীমান্তের কাছে অবস্থিত। জাতীয় স্কেলে চিহ্নিত কোরগুলি আঞ্চলিক কোরগুলির অনুরূপ (চিত্র7)।



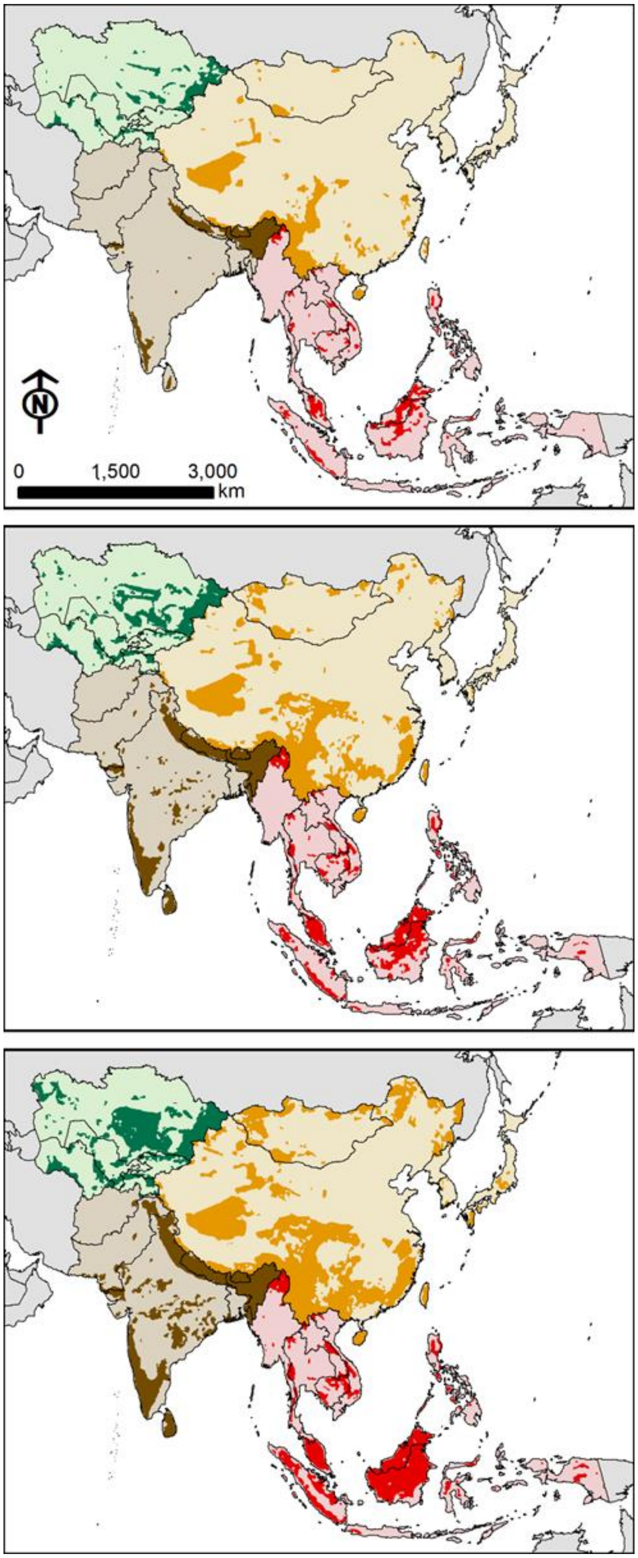
চিত্র3 : এশিয়ান স্টাডি এলাকা জুড়ে । কিমি রেজোলিউশনে কম্পোজিট বায়োডাইভারসিটি ইনডেক্স - Composite biodiversity index (CBI)। জীববৈচিত্র্যের সকল ইনপুট স্তর জুড়ে কোয়ান্টাইলে রূপান্তরিত মানগুলির মিডিয়ান হিসাবে CBI গণনা করা হয়েছে।



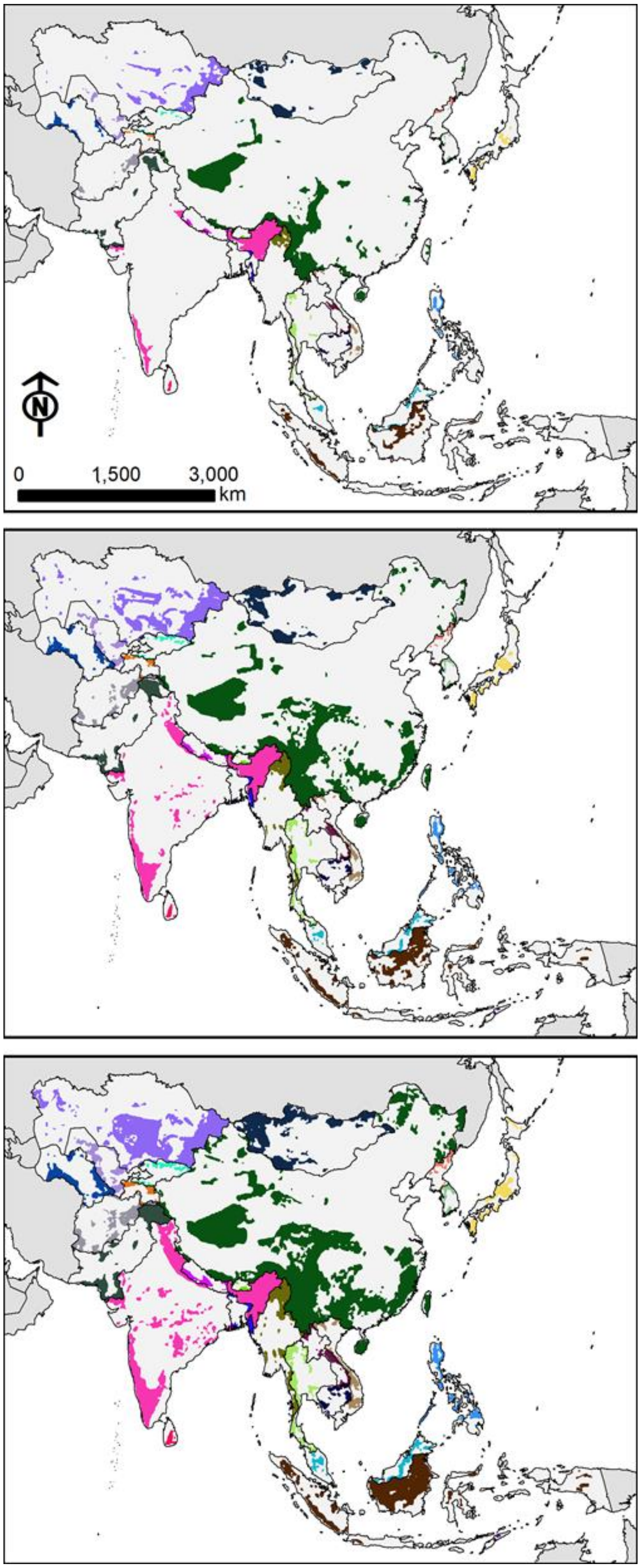
চিত্র4 : ইনপুট স্তর জুড়ে জীববৈচিত্র্যের মানের ভিন্নতা। প্রতিটি প্যানেল প্রতিটি গ্রিড সেলের জন্য নয়টি কোয়ান্টাইলে রূপান্তরিত মানের (প্রতি জীববৈচিত্র্য স্তরের জন্য একটি) সেট থেকে গণনা করা একটি সংক্ষিপ্ত পরিসংখ্যান দেখায়: সর্বোচ্চ কোয়ান্টাইল (উপরের বামে), সর্বনিম্ন কোয়ান্টাইল (উপরের ডানে), কোয়ান্টাইলের মান বিচ্যুতি (নিচে বামে) , এবং কোয়ান্টাইল> 0.9 (নিচে ডানদিকে) মান সহ স্তরগুলির সংখ্যা।



চিত্র5 : উচ্চ জীববৈচিত্র্য মান নির্ধারণের জন্য 0.9 (উপরের প্যানেল), 0.8 (মধ্যম প্যানেল) অথবা 0.7 (নিচের প্যানেল) মানের একটি কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ড অনুযায়ী কন্টিনেন্টাল-স্কেলে বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর সমূহ (গাঢ় সবুজ প্যাচগুলি)।



চিত্র6 : উচ্চ জীববৈচিত্র্য মান নির্ধারণের জন্য 0.9 (উপরের প্যানেল), 0.8 (মধ্যম প্যানেল) অথবা 0.7 (নিচের প্যানেল) মানের একটি কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ড অনুযায়ী আঞ্চলিক-স্কেলে বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর সমূহ। গাঢ়-শেইডের প্যাচগুলি কোর নির্দেশ করে এবং হালকা রঙের ব্যাকগ্রাউন্ড বিভিন্ন অঞ্চল বোঝায় (সবুজ = মধ্য এশিয়া, কমলা = পূর্ব এশিয়া, বাদামী = দক্ষিণ এশিয়া, লাল = দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়া)।



চিত্র7 : উচ্চ জীববৈচিত্র্য মান নির্ধারণের জন্য 0.9 (উপরের প্যানেল), 0.8 (মধ্যম প্যানেল) অথবা 0.7 (নিচের প্যানেল) মানের একটি কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ড অনুযায়ী জাতীয়-স্কেলে বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর সমূহ। বিভিন্ন দেশে কোরগুলির মধ্যে পার্থক্য করার জন্য বিভিন্ন রং ব্যবহার করা হয়।

বেশিরভাগ মহাদেশীয় কোরগুলি (কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ডের উপর নির্ভর করে মোট মূল এলাকার 59-72 শতাংশ) ক্রান্তীয় এবং উপ-ক্রান্তীয় আর্দ্র চওড়া পাতার গাছের বনভূমির বায়োমের মধ্যে রয়েছে, যা দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার বেশিরভাগ অংশ জুড়ে ছড়িয়ে আছে (টেবিল4)। মন্টেন তৃণভূমি এবং গুল্মভূমির বায়োম মহাদেশীয় কোরগুলির জন্য পরবর্তী সবচেয়ে কমন বায়োম (10-13 শতাংশ)। অন্যান্য সকল বায়োম মহাদেশীয় স্কেলে সকল কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ডের মোট মূল এলাকার নয় শতাংশেরও কম। আঞ্চলিক স্কেলে কোরগুলির মধ্যে ক্রান্তীয় বনাঞ্চল (36-38 শতাংশ)-এর বিস্তার কম এবং আঞ্চলিক কোরের একটি উল্লেখযোগ্য অংশ জুড়ে থাকা আরও উত্তরের অন্যান্য বায়োমের মধ্যে রয়েছে মন্টেন তৃণভূমি এবং গুল্মভূমি (18-21 শতাংশ), মরুভূমি এবং শুষ্ক গুল্মভূমি (11) -16 শতাংশ), নাতিশীতোষ্ণ কনিফার বন (7-10 শতাংশ), নাতিশীতোষ্ণ চওড়া পাতার গাছ এবং মিশ্র বন (7-8 শতাংশ) এবং নাতিশীতোষ্ণ তৃণভূমি, সাভানা ও গুল্মভূমি (7 শতাংশ)। জাতীয় স্কেলে কোরের মধ্যে থাকা বায়োম আর আঞ্চলিক স্কেলে কোরের মধ্যে থাকা বায়োম প্রায় একই। মহাদেশীয় স্কেলে নিম্ন কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ডে থাকা কোরগুলিতে (অর্থাৎ এশিয়ার মধ্যে আরও এলাকা অন্তর্ভুক্ত করার উপর ভিত্তি করে) বায়োমগুলির মধ্যে একটা ভারসাম্য দেখা গেলেও আঞ্চলিক বা জাতীয় স্কেলে তা দেখা যায় না।

মহাদেশীয়-স্কেলের কোরগুলি বিদ্যমান জীববৈচিত্র্যের জন্য অগ্রাধিকারমূলক বৈশ্বিক প্রকল্পে থাকা জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে যথেষ্ট ওভারল্যাপ করে এবং অগ্রাধিকার প্রকল্পের বৈশিষ্ট্যগুলির তুলনায় ওভারল্যাপের ডিগ্রী আংশিকভাবে কোরে অন্তর্ভুক্ত অনুরূপ এলাকার উপর নির্ভর করে (টেবিল5)। উদাহরণস্বরূপ, অক্ষত বনভূমি এশিয়ার একটি ক্ষুদ্র অংশ জুড়ে বিস্তৃত এবং 70 তম পার্সেন্টাইল থ্রেশহোল্ড ব্যবহার করে চিহ্নিত করা মহাদেশীয় স্কেলের কোরের মধ্যে প্রায় পুরোটাই অন্তর্ভুক্ত। এর বিপরীতে, 70 তম পার্সেন্টাইল কোরগুলির তুলনায় গ্লোবাল 200 ইকোরিজিওন যথেষ্ট বেশি এলাকা কভার করে থাকে আর তাই কোরগুলি সম্পূর্ণভাবে গ্লোবাল 200 ইকোরিজিওয়নকে কভার কভার করতে পারে না। বেশিরভাগ বৈশ্বিক অগ্রাধিকারমূলক প্রকল্পের জন্য আঞ্চলিক বা জাতীয় কোরগুলির সাথে ওভারল্যাপের চেয়ে মহাদেশীয় কোরগুলির সাথে ওভারল্যাপ বেশি। এটি বিশেষ করে ইনটেক্ট ফরেস্ট ল্যান্ডস্কেপের ক্ষেত্রে সত্য এবং CEPF বায়োডাইভারসিটি হটস্পট, গ্লোবাল 200 ইকোরিজিওন এবং IFCPS6 গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থলের জন্য কিছুটা হলেও সত্য। মজার বিষয় হল, KBA এবং জীববৈচিত্র্য কোরের মধ্যে ওভারল্যাপ সকল ভৌগলিক স্কেলের জন্য একই রকম। সকল ভৌগলিক স্কেল এবং কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ডে কমপক্ষে 78 শতাংশ কোর সকল বৈশ্বিক অগ্রাধিকারমূলক স্কিমের আওতার মধ্যে পড়ে, যার মধ্যে 90 তম পার্সেন্টাইল থ্রেশহোল্ডে 99 শতাংশ মহাদেশীয় কোর রয়েছে।

টেবিল4 : প্রতিটি বায়োমের মধ্যে মহাদেশীয় স্কেলের বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোরের অনুপাত

টেবিল 4: প্রতিটি বায়োমের মধ্যে মহাদেশীয় স্কেলের বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোরের অনুপাত, তিনটি ভিন্ন কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ড এবং উচ্চতর জীববৈচিত্র্য মান নির্ধারণ করতে ব্যবহৃত তিনটি ভিন্ন ভৌগলিক স্কেলের জন্য

	মহাদেশীয়			আঞ্চলিক			জাতীয়		
বায়োম	শীর্ষ 10	শীর্ষ 20	শীর্ষ 30	শীর্ষ 10	শীর্ষ 20	শীর্ষ 30	শীর্ষ 10	শীর্ষ 20	শীর্ষ 30
বোরিয়াল বন/তাইগা	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
মরুভূমি এবং শুষ্ক গুল্মভূমি	0.01	0.03	0.05	0.11	0.14	0.16	0.15	0.17	0.19
প্লাবিত তৃণভূমি ও সাভানা	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ম্যানগ্রোভ	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
মন্টেন তৃণভূমি এবং গুল্মভূমি	0.11	0.10	0.12	0.21	0.19	0.18	0.21	0.19	0.18
পাথর ও বরফ	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
নাতিশীতোষ্ণ চওড়া পাতার গাছ এবং মিশ্র বন	0.04	0.04	0.05	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08
নাতিশীতোষ্ণ কনিফার বন	0.05	0.05	0.05	0.10	0.07	0.07	0.10	0.07	0.07
নাতিশীতোষ্ণ তৃণভূমি, সাভানা এবং গুল্মভূমি	0.00	0.00	0.01	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07
ক্রান্তীয় এবং উপ -ক্রান্তীয় কনিফার বন	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
ক্রান্তীয় এবং উপ -ক্রান্তীয় শুষ্ক চওড়া পাতার গাছের বন	0.04	0.07	0.09	0.02	0.04	0.05	0.01	0.03	0.04
ক্রান্তীয় এবং উপ -ক্রান্তীয় তৃণভূমি, সাভানা এবং গুল্মভূমি	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
ক্রান্তীয় এবং উপ -ক্রান্তীয় আর্দ্র চওড়া পাতার গাছের বন	0.72	0.68	0.59	0.38	0.38	0.36	0.34	0.36	0.35

টেবিল5 : পূর্ববর্তী বৈশ্বিক অগ্রাধিকারমূলক পরিকল্পনায় চিহ্নিত জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্য এবং এই বিশ্লেষণের বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোরের মধ্যে ওভারল্যাপ

টেবিল 5: পূর্ববর্তী বৈশ্বিক অগ্রাধিকারমূলক পরিকল্পনায় চিহ্নিত জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্য এবং এই বিশ্লেষণের বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোরের মধ্যে ওভারল্যাপ। বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর নির্ধারণের জন্য ব্যবহৃত তিনটি ভিন্ন কোয়ান্টাইল থ্রেশহোল্ডের জন্য ফলাফল দেখানো হয়েছে। স্ল্যাশ চিহ্নের বাম দিকের সংখ্যাগুলি হল জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্য সম্পূর্ণ মোট এলাকার সাথে বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোরের ওভারল্যাপিং-এর অনুপাত ; স্ল্যাশ চিহ্নের ডানদিকের সংখ্যাগুলি হল মোট কোর এলাকার সাথে জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্যগুলির ওভারল্যাপিং-এর অনুপাত

	মহাদেশীয় কোর			আঞ্চলিক কোর			জাতীয় কোর		
বৈশ্বিক অগ্রাধিকারমূলক পরিকল্পনার বৈশিষ্ট্যসমূহ- GLOBAL PRIORITIZATION SCHEME FEATURE	শীর্ষ 10	শীর্ষ 20	শীর্ষ 30	শীর্ষ 10	শীর্ষ 20	শীর্ষ 30	শীর্ষ 10	শীর্ষ 20	শীর্ষ 30
CEPF বায়োডাইভার্সিটি হটস্পট	0.31 / 0.85	0.56 / 0.76	0.67 / 0.61	0.21 / 0.58	0.34 / 0.47	0.44 / 0.41	0.20 / 0.54	0.32 / 0.44	0.43 / 0.39
অক্ষত বনভূমি	0.59 / 0.11	0.83 / 0.08	0.91 / 0.06	0.36 / 0.07	0.52 / 0.05	0.59 / 0.04	0.38 / 0.07	0.52 / 0.05	0.57 / 0.04
IFCPS6 গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থল	0.32 / 0.63	0.52 / 0.50	0.65 / 0.42	0.25 / 0.48	0.41 / 0.40	0.52 / 0.34	0.24 / 0.47	0.40 / 0.39	0.51 / 0.33
গ্লোবাল 200 ইকোরিজিওন	0.17 / 0.76	0.31 / 0.71	0.44 / 0.66	0.15 / 0.71	0.30 / 0.67	0.41 / 0.63	0.15 / 0.68	0.28 / 0.65	0.40 / 0.61
KBAs	0.29 / 0.31	0.44 / 0.24	0.58 / 0.21	0.29 / 0.32	0.47 / 0.25	0.56 / 0.20	0.30 / 0.32	0.47 / 0.25	0.57 / 0.20
সকল স্কিম একত্রিত করে	0.17 / 0.99	0.33 / 0.96	0.45 / 0.90	0.16 / 0.92	0.29 / 0.85	0.40 / 0.79	0.15 / 0.90	0.28 / 0.83	0.40 / 0.78

প্রস্তাবিত LI-এর পরিসর

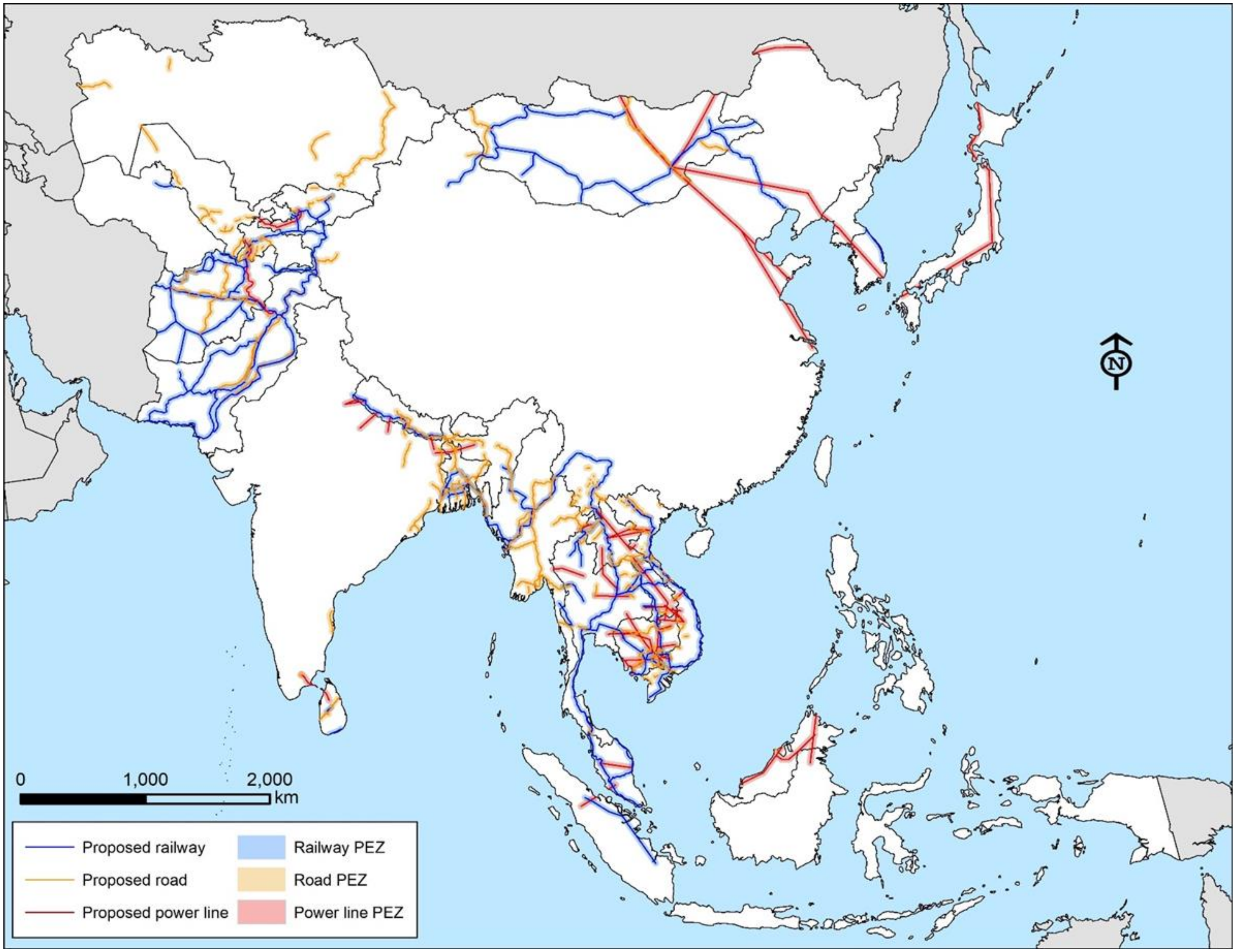
আমরা এশিয়ার প্রধান আন্তর্জাতিক অর্থনৈতিক উন্নয়ন উদ্যোগের সাথে যুক্ত 81,000 কিলোমিটারেরও বেশি প্রস্তাবিত LI চিহ্নিত করেছি (টেবিল6 ,চিত্র8)। এর প্রায় 36,000 কিমি (44 শতাংশ) প্রস্তাবিত রেলপথ, তারপরে সড়ক (~ 28,000 কিমি; 34 শতাংশ) এবং বিদ্যুৎ লাইন (~ 18,000 কিমি; 22 শতাংশ)। প্রস্তাবিত LI দৈর্ঘ্যের 62 শতাংশ নতুন রুট এবং 36 শতাংশ হল বিদ্যমান রুটের উন্নয়ন। সর্বাধিক দৈর্ঘ্যের প্রস্তাবিত রেলপথগুলি রয়েছে দক্ষিণ ও পূর্ব এশিয়ায় (বিশেষ করে পাকিস্তান, মঙ্গোলিয়া এবং আফগানিস্তান), কিন্তু প্রস্তাবিত রেলপথের সর্বোচ্চ ঘনত্বের দেশগুলি বেশিরভাগই দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ায় অবস্থিত (সিঙ্গাপুর, ভিয়েতনাম এবং লাওস সহ)। প্রস্তাবিত সড়কগুলি রয়েছে দক্ষিণ ও দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ায়, বিশেষ করে মায়ানমার, ভারত, পাকিস্তান এবং বাংলাদেশে। এই অঞ্চলের দেশগুলিতে প্রস্তাবিত সড়কর ঘনত্বও সবচেয়ে বেশি, দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার দেশ যেমন কম্বোডিয়া এবং লাওস এই তালিকার শীর্ষে আছে। সর্বাধিক দৈর্ঘ্যের প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইন রয়েছে পূর্ব এশিয়ায় (চীন ও মঙ্গোলিয়া) এবং দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ায় (কম্বোডিয়া এবং লাওস) এবং দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার দেশগুলিতে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের সর্বাধিক ঘনত্ব রয়েছে (কম্বোডিয়া, লাওস, ব্রুনাই এবং মালয়েশিয়া)। সকল LI মোড জুড়ে, প্রস্তাবিত LI এর সর্বাধিক দৈর্ঘ্য প্রাথমিকভাবে দক্ষিণ ও পূর্ব এশিয়ার দেশগুলিতে (পাকিস্তান, মঙ্গোলিয়া এবং চীন), কিন্তু সর্বাধিক ঘনত্ব রয়েছে মূলত দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার দেশগুলিতে (কম্বোডিয়া, লাওস এবং ভিয়েতনাম)।

টেবিল6 : এশিয়ায় প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের দৈর্ঘ্য

টেবিল 6: লিনিয়ার অবকাঠামো মোড (রেলপথ, সড়ক, বা বিদ্যুৎ লাইন) এবং প্রকল্পের ধরন (নতুন রুট বা বিদ্যমান রুটের উন্নয়ন) অনুযায়ী এশিয়ায় প্রস্তাবিত LI প্রকল্পগুলির দৈর্ঘ্য

LI মোড	প্রকল্পের ধরন	সম্মিলিত দৈর্ঘ্য (KM)	প্রস্তাবিত LI দৈর্ঘ্য দ্বারা শীর্ষ 5 দেশ	প্রস্তাবিত LI ঘনত্ব সম্পন্ন শীর্ষ 5 দেশ
রেলপথ	উন্নয়ন-Improvement	8,648	পাকিস্তান, মঙ্গোলিয়া, আফগানিস্তান, থাইল্যান্ড, চীন	সিঙ্গাপুর, ভিয়েতনাম, আফগানিস্তান, বাংলাদেশ, লাওস
	নতুন	27,051		
	অস্পষ্ট	0		
	সব ধরনের প্রজেক্ট	35,698		
সড়ক	উন্নয়ন-Improvement	20,402	মায়ানমার, ভারত, পাকিস্তান, বাংলাদেশ, আফগানিস্তান	বাংলাদেশ, কম্বোডিয়া, মায়ানমার, লাওস, তাজিকিস্তান
	নতুন	5,560		
	অস্পষ্ট	1,957		
	সব ধরনের প্রজেক্ট	27,919		
বিদ্যুৎ লাইন	উন্নয়ন-Improvement	0	চীন, কম্বোডিয়া, লাওস, মঙ্গোলিয়া, জাপান	কম্বোডিয়া, লাওস, ব্রুনাই দারুসসালাম, জাপান, মালয়েশিয়া
	নতুন	17,991		
	অস্পষ্ট	0		
	সব ধরনের প্রজেক্ট	17,991		

সকল LI মোড	উন্নয়ন-Improvement	29,050	পাকিস্তান, মঙ্গোলিয়া, চীন, আফগানিস্তান, মায়ানমার	কম্বোডিয়া, সিঙ্গাপুর, বাংলাদেশ, লাওস, ভিয়েতনাম
	নতুন	50,602		
	অস্পষ্ট	1,957		
	সব ধরনের প্রজেক্ট	81,608		



চিত্র৪ : এশিয়া জুড়ে প্রস্তাবিত লিনিয়ার অবকাঠামো প্রকল্পের রুট এবং সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চল (PEZs)।

জীববৈচিত্র্যের উপরLI -এর সম্ভাব্য প্রভাবসমূহ

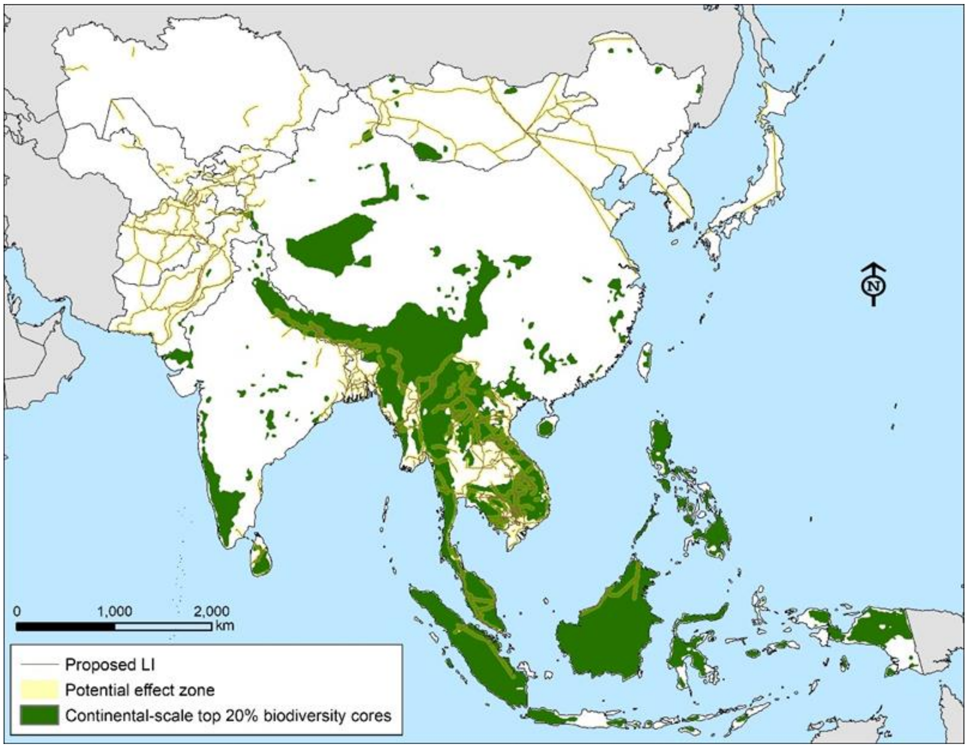
জীববৈচিত্র্য কোর এবং PEZ- এর মধ্যে ওভারল্যাপের ডিগ্রী LI মোড এবং কোর এলাকার সংজ্ঞা (যেমন, ভৌগোলিক স্কেল এবং CBI পার্সেন্টাইল থ্রেশহোল্ড) অনুযায়ী ভিন্ন হয়ে থাকেটেবিল7 । কীভাবে কোর এলাকা সংজ্ঞায়িত করা হয়েছে তার উপর নির্ভর করে সকল LI মোডের মধ্যে থাকা PEZ-গুলি কোরের 12-20 শতাংশ ছেদ করে থাকে। (চিত্র9 ,চিত্র10)। রেলওয়ে PEZ-গুলি 7-12 শতাংশ কোরকে ছেদ করে, সড়ক PEZ 4-9 শতাংশ কোর এবং বিদ্যুৎ লাইন PEZ 2-6 শতাংশ কোরকে ছেদ করে। সকল কোরগুলোর মধ্যে রেলওয়ে PEZ-গুলি কোর এলাকার সাথে সবচেয়ে বেশি ওভারল্যাপ করেছে, এরপরে আছে সড়ক PEZ এবং তারপরে আছে বিদ্যুৎ লাইন PEZ। পূর্ব এশিয়া এবং দক্ষিণ এশিয়ার দেশগুলিতে জাতীয় এবং আঞ্চলিক জীববৈচিত্র্যের সবচেয়ে বড় অঞ্চলগুলি PEZ- এর সাথে ওভারল্যাপ করে, বিশেষ করে চীন, ভারত, পাকিস্তান এবং আফগানিস্তানের মধ্যে। মহাদেশীয় কোরগুলির সাথে ওভারল্যাপের বৃহত্তম এলাকাগুলি দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার দেশগুলিতে অবস্থিত, বিশেষ করে লাওস, মায়ানমার, কম্বোডিয়া এবং মালয়েশিয়ায়। তবে, যখন একটি দেশের মধ্যে জীববৈচিত্র্য কোরের অনুপাত বিবেচনা করা হয় যেখানে PEZs-এর সাথে (ওভারল্যাপের মোট এলাকার তুলনায়) ওভারল্যাপ হয়ে থাকে, তখন সর্বাধিক সম্ভাব্য প্রভাব হওয়ার সম্ভাবনা দক্ষিণ এবং দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার ছোট দেশগুলিতে বেশি, যেমন- নেপাল, বাংলাদেশ, লাওস, কম্বোডিয়া, এবং ভিয়েতনাম।

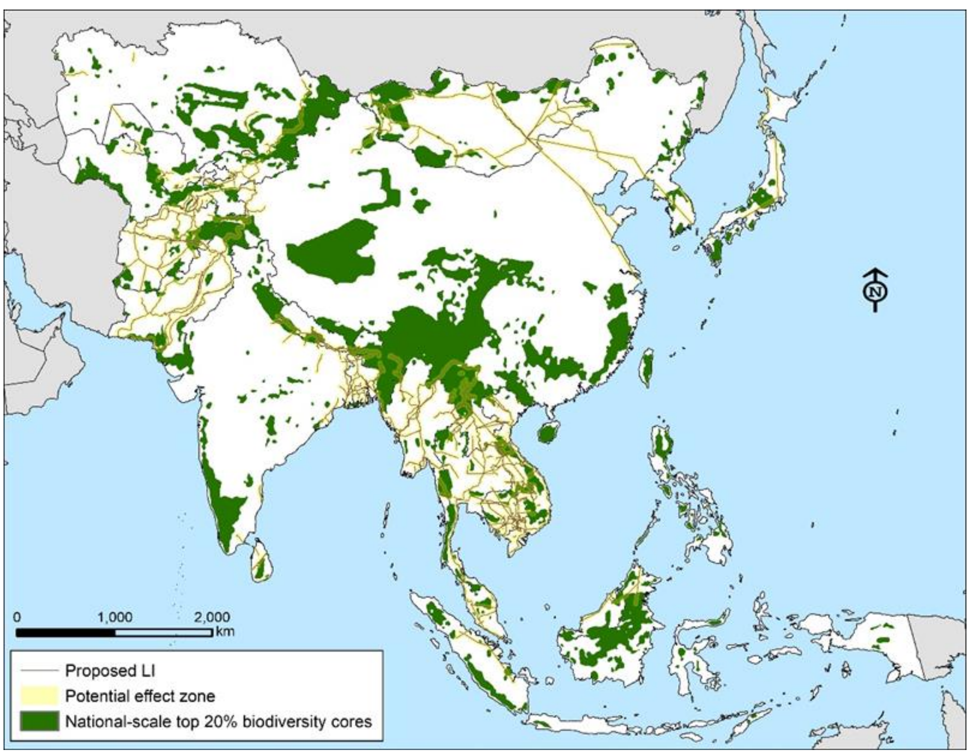
PEZ-গুলি 363টি PA-কে ছেদ করে যেগুলো IUCN নিয়ন্ত্রিত প্রাকৃতিক রিজার্ভ (Ia) বা বুনো এলাকা (Ib) হিসেবে শ্রেণিবিন্যাস করেছে।
টেবিল8). Ia এবং Ib PA এর 25,000 কিমি ^{2} এর বেশি এলাকা PEZ- এর মধ্যে পড়ে, যা এই PA-গুলির সম্মিলিত এলাকার প্রায় 8 শতাংশ। তিনটি LI মোডের মধ্যে সড়ক PEZ-গুলি সবচেয়ে বেশি সংখ্যক PA-কে ছেদ করে, কিন্তু বিদ্যুৎ লাইন PEZ-গুলি PAs এর সবচেয়ে বিস্তৃত এলাকাকে ছেদ করে।

টেবিল7 : প্রস্তাবিত লিনিয়ার অবকাঠামো রুটগুলির সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চলের (PEZ) মধ্যে জীববৈচিত্র্য কোর এলাকার মোট অনুপাত।

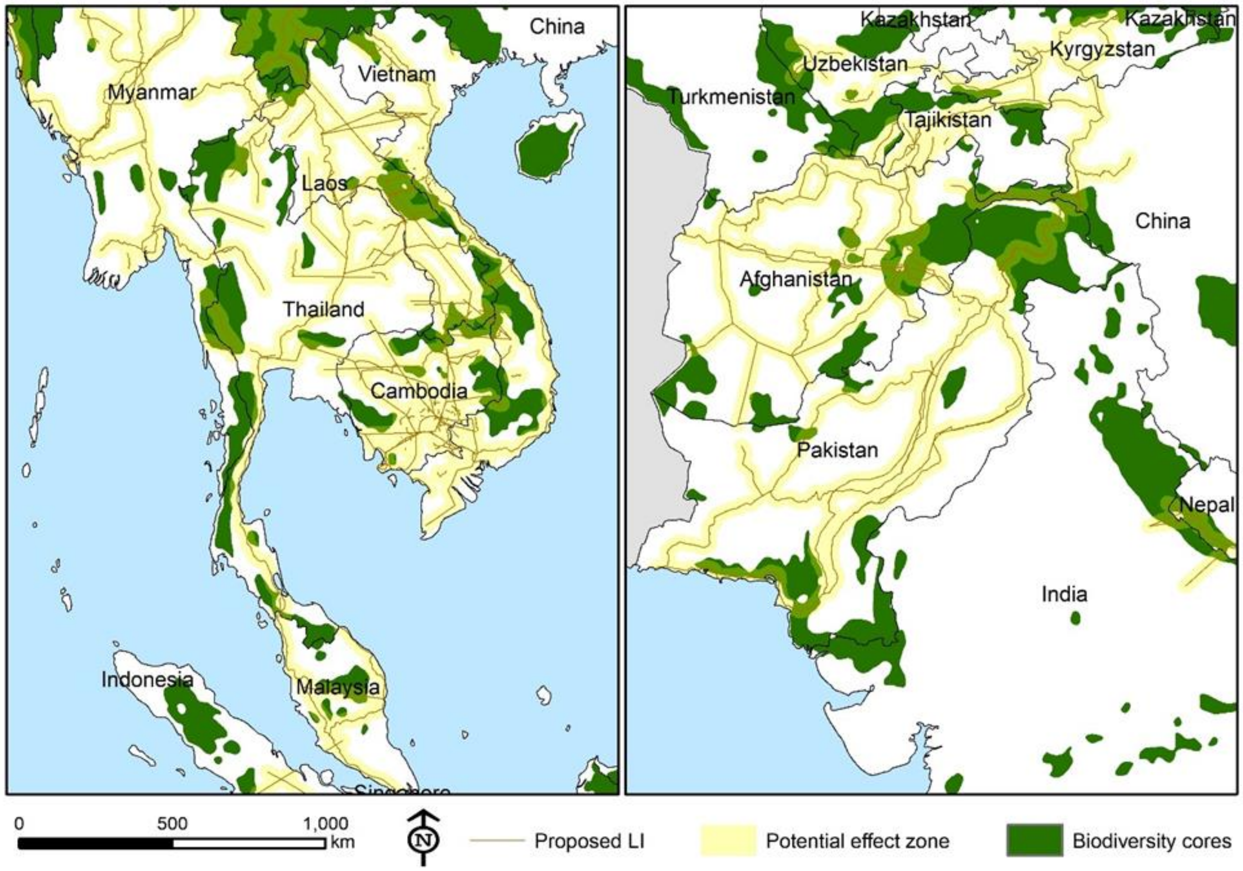
টেবিল 7: প্রস্তাবিত লিনিয়ার অবকাঠামো রুটগুলির সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চলের (PEZ) মধ্যে জীববৈচিত্র্য কোর এলাকার মোট অনুপাত। প্রতিটি জীববৈচিত্র্যের কোর এবং প্রতিটি LI মোডের জন্য ফলাফল দেখানো হয়েছে

জীববৈচিত্র্য কোর	রেলপথ	সড়ক	বিদ্যুৎ লাইন	সকল LI মোড	এলাকা অনুযায়ী শীর্ষ 5 দেশ (সব মোড)	অনুপাত অনুযায়ী শীর্ষ 5 দেশ (সকল মোড)
জাতীয়, শীর্ষ 10%।	0.10	0.06	0.02	0.16	চীন, ভারত, পাকিস্তান, কাজাখস্তান, আফগানিস্তান	নেপাল, লাওস, বাংলাদেশ, ভিয়েতনাম, পাকিস্তান
জাতীয়, শীর্ষ 20%	0.10	0.05	0.02	0.15	চীন, ভারত, মঙ্গোলিয়া, পাকিস্তান, আফগানিস্তান	নেপাল, লাওস, বাংলাদেশ, কম্বোডিয়া, ভিয়েতনাম
জাতীয়, শীর্ষ 30%	0.09	0.05	0.02	0.15	চীন, মঙ্গোলিয়া, ভারত, পাকিস্তান, আফগানিস্তান	নেপাল, লাওস, বাংলাদেশ, কম্বোডিয়া, ভিয়েতনাম
আঞ্চলিক, শীর্ষ 10%।	0.07	0.06	0.03	0.13	চীন, ভারত, নেপাল, মালয়েশিয়া, কাজাখস্তান	বাংলাদেশ, লাওস, নেপাল, কম্বোডিয়া, কিরগিজস্তান
আঞ্চলিক, শীর্ষ 20%	0.07	0.05	0.03	0.12	চীন, ভারত, মালয়েশিয়া, নেপাল, কাজাখস্তান	লাওস, কম্বোডিয়া, বাংলাদেশ, নেপাল, শ্রীলঙ্কা
আঞ্চলিক, শীর্ষ 30%	0.07	0.04	0.02	0.12	চীন, ভারত, মালয়েশিয়া, মঙ্গোলিয়া, নেপাল	লাওস, কম্বোডিয়া, বাংলাদেশ, নেপাল, শ্রীলঙ্কা
মহাদেশীয়, শীর্ষ 10%	0.12	0.07	0.06	0.20	মালয়েশিয়া, কম্বোডিয়া, ভারত, লাওস, ইন্দোনেশিয়া	বাংলাদেশ, নেপাল, লাওস, কম্বোডিয়া, ভিয়েতনাম
মহাদেশীয়, শীর্ষ 20%	0.12	0.09	0.06	0.20	লাওস, মায়ানমার, মালয়েশিয়া, কম্বোডিয়া, চীন	লাওস, কম্বোডিয়া, ভিয়েতনাম, বাংলাদেশ, নেপাল
মহাদেশীয়, শীর্ষ 30%	0.11	0.08	0.05	0.18	মায়ানমার, লাওস, কম্বোডিয়া, থাইল্যান্ড, মালয়েশিয়া	কম্বোডিয়া, লাওস, বাংলাদেশ, ভিয়েতনাম, ব্রুনাই দারুসসালাম





চিত্র9 : মহাদেশীয় স্কেলে (উপরের প্যানেল) এবং জাতীয় স্কেলে (নিচের প্যানেল) প্রস্তাবিত LI রুটের সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চলগুলির (PEZ) এবং শীর্ষ 20% জীববৈচিত্র্য কোরগুলির মধ্যে ওভারল্যাপ।



চিত্র10 : এশিয়ার নির্বাচিত অঞ্চলের মধ্যে প্রস্তাবিত LI রুটের সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চল (PEZs) এবং জীববৈচিত্র্য কোরগুলির মধ্যে ওভারল্যাপ। জীববৈচিত্র্য কোর জাতীয় স্কেলে CBI-এর শীর্ষ 20% ভ্যালুর উপর ভিত্তি করে জীববৈচিত্র্য কোরগুলি দেখানো হয়েছে। প্রদর্শিত LI রুটগুলির মধ্যে তিনটি মোড (সড়ক, রেলওয়ে, বিদ্যুৎ লাইন) অন্তর্ভুক্ত রয়েছে।

টেবিল8 : প্রস্তাবিত LI রুট এবং সংরক্ষিত এলাকার সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চল (PEZ) এর মধ্যে ওভারল্যাপ

টেবিল 8: প্রস্তাবিত LI রুট এবং সংরক্ষিত এলাকার সম্ভাব্য প্রভাব অঞ্চল (PEZS) এর মধ্যে ওভারল্যাপ (IUCN ক্যাটাগরি IA এবং IB)

LI মোড	PEZ-এর মধ্যে PA-এর সংখ্যা	ওভারল্যাপের এলাকা (কিমি ^{2})	অনুপাত অথবা মোট PEZ-এর মধ্যে PA এলাকা
রেলপথ	156	9,119	0.028
সড়ক	184	6,254	0.019
বিদ্যুৎ লাইন	132	13,014	0.041
সকল LI মডেল	363	25,295	0.079

আলোচনা

আমরা এশিয়া জুড়ে জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের ভ্যালুগুলি ম্যাপ করেছি এবং বৃহৎ জীববৈচিত্র্য কোর চিহ্নিত করেছি যা বন্যপ্রাণী-বান্ধব LI উন্নয়ন এবং মিটিগেশনের ব্যাপারে USAID-এর কৌশল নির্ধারণে সহায়ক হতে পারে। প্রস্তাবিত সড়ক, রেলপথ এবং বিদ্যুৎ লাইনের রুটগুলি জীববৈচিত্র্য কোরের উপর বিস্তৃত-overlay করে আমরা এমন এলাকাসমূহ চিহ্নিত করেছি যেখানে ভবিষ্যতে LI উন্নয়ন জীববৈচিত্র্যের জন্য সবচেয়ে বড় ঝুঁকি হতে পারে। আমাদের ফলাফলগুলি ভবিষ্যতের LI উন্নয়নের প্রভাব তিনটি ভৌগলিক স্কেলে: এশিয়া-জুড়ে, আঞ্চলিক এবং জাতীয়ভাবে এড়ানো, কমানো বা হ্রাস করার লক্ষ্যে সংরক্ষণের জন্য সম্ভাব্য অগ্রাধিকারগুলির একটি রেঞ্জ তুলে ধরে।

একটি অ্যাভয়ডেন্স স্তর বানাতে এই বিশ্লেষণের কোর মানচিত্রের সাহায্য নেওয়া হয়েছে যাতে স্টাডি এলাকার অধীনে থাকা এশিয়ার 28টি দেশের সবচেয়ে জীববৈচিত্র্যপূর্ণ স্থানগুলিকে ভবিষ্যতের LI প্রকল্পের প্রভাব থেকে রক্ষা করা যায়। আমরা মহাবিশ্বের প্রায় 10, 20 বা 30 শতাংশ জুড়ে থাকা উচ্চ জীববৈচিত্র্য ভ্যালু সম্পন্ন কোরগুলির জন্য তিনটি থ্রেশহোল্ড ব্যবহার করে বৃহত্তর জীববৈচিত্র্য কোরগুলি চিহ্নিত করেছি। LI এবং জীববৈচিত্র্যের মধ্যে দ্বন্দ্ব কমানোর ক্ষেত্র নির্ধারণে এই পদ্ধতি USAID-কে ফ্লেক্সিবিলিটি প্রদান করে থাকে। এই বিশ্লেষণ থেকে প্রাপ্ত জীববৈচিত্র্য কোরের সবচেয়ে যথাযথ শ্রেণিকে (যেমন, 90 তম পার্সেন্টাইল থ্রেশহোল্ড) কাজে লাগানো যেতে পারে যখন সংরক্ষণের জন্য নিবেদিত সম্পদ সীমিত থাকে এবং ব্যতিক্রমী জীববৈচিত্র্যপূর্ণ অবস্থানের একটি ছোট পরিসরে LI-এর সম্ভাব্য দ্বন্দ্ব মোকাবেলায় সেগুলোর ব্যবহার করা আবশ্যক হয়ে পড়ে। তবে, ক্রমবর্ধমান ঐক্যমত্য বলছে যে বিলুপ্তির সংকট বন্ধ করতে এবং জলবায়ু পরিবর্তনের সবচেয়ে খারাপ প্রভাব এড়াতে পৃথিবীর একটি বড় অংশকে, সম্ভবত 30 থেকে 50 শতাংশ পর্যন্ত, রক্ষা করা প্রয়োজন। জৈব বৈচিত্র্যের কনভেনশন ফর বায়োডাইভারসিটির স্ট্র্যাটেজিক প্ল্যান ফর বায়োডাইভারসিটি 2011-2020 প্রতিটি স্বাক্ষরকারী দেশকে কমপক্ষে 17 শতাংশ স্থলভাগ ও জলাভূমি এবং 10 শতাংশ উপকূলীয় এবং সামুদ্রিক অঞ্চলগুলিকে একটি সুগঠিত PA ব্যবস্থার মাধ্যমে সংরক্ষণের আহ্বান জানিয়েছে। অতি সম্প্রতি, হাফ আর্থ(Wilson, 2016) , নেচার নিডস হাফ(Locke, 2014) , এবং থার্টি বাই থার্টি(Dinerstein et al., 2019) আন্দোলনগুলি আরও উচ্চাভিলাষী জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের লক্ষ্যের জন্য আহ্বান জানিয়েছে এবং বিজ্ঞানী এবং পরিকল্পনাকারীদের দৃষ্টি আকর্ষণ করতে পেরেছে। জীববৈচিত্র্য কোরের আরেকটু বিস্তৃত শ্রেণি (যেমন, আমাদের বিশ্লেষণ থেকে প্রাপ্ত 80তম বা 70 তম পার্সেন্টাইল থ্রেশহোল্ড) বর্তমান চিন্তাভাবনার সাথে সামঞ্জস্যপূর্ণ হতে পারে, অথবা কমপক্ষে একটি উচ্চাকাঙ্ক্ষী লক্ষ্য হিসাবে কাজ করতে পারে।

সংরক্ষণের অগ্রাধিকার মূল্যায়ন করার সময় আমাদের ফলাফলগুলি ভৌগলিক স্কেলের প্রভাবকে তুলে ধরে। অক্ষাংশের জীববৈচিত্র্যের গ্রেডিয়েন্ট মানে হল বিশ্বব্যাপী অগ্রাধিকারগুলি প্রায়ই নিম্ন-অক্ষাংশ, ক্রান্তীয় বায়োমের দিকে বেশি নিবিষ্ট হয়ে থাকে যেখানে প্রজাতির সমৃদ্ধি সবচেয়ে বেশি। এই গবেষণার দ্বারা প্রাপ্ত কন্টিনেন্টাল-স্কেল CBI ম্যাপিংও প্রস্তাব করে যে সর্বোচ্চ জীববৈচিত্র্য ভ্যালুর এলাকাগুলি মূলত দক্ষিণ-পূর্ব এবং দক্ষিণ এশিয়ায় অবস্থিত। তবে, আঞ্চলিক- এবং জাতীয়-স্কেলের অগ্রাধিকারগুলি যথেষ্ট ভিন্ন এবং তা মধ্য ও পূর্ব এশিয়ায় বিভিন্ন বায়োম এবং আরও অনেক বেশি এলাকা জুড়ে বিস্তৃত রয়েছে। বিভিন্ন ভৌগলিক স্কেলের ফলাফল LI পরিকল্পনা এবং মিটিগেশনের জন্য ভিন্নভাবে প্রয়োগ করা যেতে পারে; উদাহরণস্বরূপ, স্থানীয় বা জাতীয় সংরক্ষণ কর্মসূচীর জন্য জাতীয় কোরের মানচিত্র ব্যবহার করা যেতে পারে, তবে মহাদেশীয় কোরের মানচিত্র সমগ্র এশিয়া জুড়ে USAID-এর সংরক্ষণ কৌশলকে অবহিত এবং গাইড করতে পারে। সংরক্ষণের প্রাথমিক প্রচেষ্টার ব্যাপারে ফোকাস করার জন্য তিনটি ভৌগোলিক স্কেলের মধ্যে থাকা কমন অঞ্চলগুলি হল উৎকৃষ্ট জায়গা।

আমরা CBI ডেভেলপ এবং বড় জীববৈচিত্র্য কোরগুলি শনাক্ত করার জন্য যে পদ্ধতিটি ব্যবহার করেছি তা জীববৈচিত্র্যের তথ্যের অনেকগুলি নিরপেক্ষ উৎসের মধ্যকার ঐক্যমত্যের উপর ভিত্তি করে করা হয়েছে। আমরা স্বীকার করি যে CBI গণনা করার জন্য আমরা যে ডেটা সেট ব্যবহার করেছি তার মধ্যে

কিছু অপ্রয়োজনীয়তা-redundancy বিদ্যমান ছিল (যেমন, জীববৈচিত্র্যের ভ্যালু নির্ণয় করতে অনেকেই প্রজাতির সমৃদ্ধির উপর নির্ভর করে থাকেন), কিন্তু আমরা কো-রিলেটেড স্তরগুলি সরিয়ে দিয়ে এই অপ্রয়োজনীয়তা কমানোর চেষ্টা করেছি। এশিয়ার কিছু অঞ্চলের জন্য স্তরগুলির মধ্যে জীববৈচিত্র্য ভ্যালুর ভিন্ন ভিন্ন অনুমান (চিত্র4 , নিচে বামে) ইঙ্গিত করে যে অবশিষ্ট স্তরগুলিতে স্বাধীন এবং পরিপূরক তথ্য অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছে। অধিকন্তু, এই স্তরগুলির মধ্যে সামঞ্জস্যতা সর্বোচ্চ-CBI অঞ্চলের জন্য এতটাই বেশি ছিল (চিত্র4 , নিচে ডানে) যে এর ফলে এটা পরিষ্কার হয়ে উঠে এই স্তরগুলি জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ অগ্রাধিকারের ক্ষেত্র এবং জীববৈচিত্র্য কীভাবে পরিমাপ করা হয় তার উপর এগুলি সব সময় নির্ভরশীল নয়।

CBI গণনা করার সময় আমরা সকল জীববৈচিত্র্য স্তরকে সমান গুরুত্ব দিয়ে বিবেচনা করেছি, কারণ স্তরের আপেক্ষিক গুরুত্ব মূল্যায়নের কোনো নিরপেক্ষ পন্থা আমাদের কাছে ছিল না। তবে, জীববৈচিত্র্যের গড় ভ্যালু গণনার ক্ষেত্রে ভবিষ্যতের অনুসন্ধানে নির্দিষ্ট স্তরের জন্য ভিন্ন ভিন্ন মান নির্ধারণ করে দিতে পারে, যেই মান নির্ভর করতে পারে স্তরগুলি কতটা জীববৈচিত্র্যে সংরক্ষণের উদ্দেশ্য পূরণ করছে তার উপর অথবা স্থানিক রেজোলিউশনের উপর ভিত্তি করে পাওয়া তথ্যের নির্ভরযোগ্যতার উপর অথবা তথ্য সংগ্রহের সাম্প্রতিক অবস্থার উপর।

বিদ্যমান বৈশ্বিক অগ্রাধিকার স্কিমগুলির মূল কোর এবং জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে স্থানিক ওভারল্যাপ যথেষ্ট পরিবর্তনশীল এবং কিছু ক্ষেত্রে এই ওভারল্যাপ কম হওয়ার কয়েকটি সম্ভাব্য ব্যাখ্যাও রয়েছে। প্রথমত, স্থানিক স্কেলে পার্থক্য (বৈশ্বিক বনাম মহাদেশীয়, আঞ্চলিক বা জাতীয়) সম্ভবত অগ্রাধিকারের ব্যাপারেও কিছু পার্থক্য সামনে নিয়ে আসে। দ্বিতীয়ত, বৈশ্বিক অগ্রাধিকার পরিকল্পনায় আমলে নেওয়া জীববৈচিত্র্যের উপাদানগুলি আমাদের ব্যবহৃত জীববৈচিত্র্য স্তরগুলির অনুরূপ নয়; উদাহরণস্বরূপ, উদ্ভিদ প্রজাতির সমৃদ্ধি এবং অস্বাভাবিক পরিবেশগত বা বিবর্তনীয় ঘটনা উভয়ই বৈশ্বিক অগ্রাধিকার স্কিমের অংশ কিন্তু আমাদের ব্যবহৃত স্তরগুলিতে তা অন্তর্ভুক্ত করা হয়নি, যা মূলত স্থলভাগের বন্যপ্রাণীর দিকে নির্দেশ করে থাকে। তৃতীয়ত, জীববৈচিত্র্যের বৈশিষ্ট্য এবং এই বিশ্লেষণে চিহ্নিত কোরগুলির মোট এলাকা কখনও কখনও খুবই আলাদা, যার ফলে উচ্চ মাত্রার ওভারল্যাপ সম্ভব নয়। এসব সত্ত্বেও, জীববৈচিত্র্য বৈশিষ্ট্য এবং কোরের স্থানিক বন্টন মোটামুটি একই রকম, এবং কার্যত সকল কোর কমপক্ষে যেকোনো একটি বৈশ্বিক অগ্রাধিকার প্রকল্পে চিহ্নিত একটি নির্দিষ্ট জীববৈচিত্র্য বৈশিষ্ট্যের সাথে ওভারল্যাপ করে থাকে।

জীববৈচিত্র্যের জন্য হুমকি

আমাদের বিশ্লেষণ এশিয়ায় প্রস্তাবিত LI উন্নয়নের বেশ কয়েকটি গুরুত্বপূর্ণ বৈশিষ্ট্য তুলে ধরেছে। LI উন্নয়ন দ্বারা জীববৈচিত্র্যের জন্য হুমকির একটি প্রধান উপাদান হল প্রস্তাবিত সড়কগুলি, তবে অন্যান্য LI মোডের হুমকিগুলিও একইভাবে গুরুত্বপূর্ণ হয়ে উঠতে পারে। আমরা এশিয়ায় প্রস্তাবিত সড়কের মোট দৈর্ঘ্য চিহ্নিত করেছি যা প্রস্তাবিত রেলপথের দৈর্ঘ্যের চেয়ে ছোট, অধিকাংশ অঞ্চলে সংরক্ষণবাদী এবং গবেষকেরা সড়কের তুলনায় রেলপথের উপর কম নজর দিয়েছে, এবং এর ফলে জীববৈচিত্র্যের উপর রেলপথের প্রভাবগুলি এখনও ভালোভাবে বোঝা সম্ভব হয়নি(Popp & Boyle, 2017) । LI প্রভাবগুলির বেশিরভাগ মূল্যায়ন থেকে জীববৈচিত্র্যের উপর বিদ্যুৎ লাইনগুলির প্রভাব সম্পূর্ণভাবে বাদ দেওয়া হয়েছে, তবুও আমাদের বিশ্লেষণ থেকে বোঝা যায় যে তাদের প্রভাব যথেষ্ট হতে পারে। আমাদের বিশ্লেষণে চিহ্নিত প্রস্তাবিত LI -এর মোট দৈর্ঘ্যের এক -পঞ্চমাংশের বেশি বিদ্যুৎ লাইন রয়েছে এবং প্রধানত দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ায় তা কেন্দ্রীভূত, যেখানে জীববৈচিত্র্যের মান তুলনামূলকভাবে বেশি। আমাদের বিশ্লেষণ বলছে PA-এর উপর বিদ্যুৎ লাইনের প্রস্তাবিত রুটগুলির প্রভাবের সম্ভাবনাও বেশি হতে পারে। এই অনুসন্ধান থেকে বোঝা যায় যে LI দ্বারা জীববৈচিত্র্যের উপর হুমকি বিবেচনা করার সময় রেলপথ এবং বিদ্যুৎ লাইনের উপর আরও বেশি মনোযোগ দেওয়া উচিত, বিশেষত সেই অঞ্চলে যেখানে প্রস্তাবিত সড়কগুলি LI উন্নয়ন কর্মকান্ডের অংশ।

LI উন্নয়নের মাত্রা দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ায় বেশি, যা এশিয়ার মোট এলাকার 18 শতাংশ, কিন্তু প্রস্তাবিত LI -এর মোট দৈর্ঘ্যের 37 শতাংশ এই অঞ্চলের অন্তর্ভুক্ত। আমাদের বিশ্লেষণে চিহ্নিত মহাদেশীয়-স্কেলে জীববৈচিত্র্যের মূল কোরগুলিও দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ায় ব্যাপকভাবে কেন্দ্রীভূত। LI উন্নয়নের ফলে এই অঞ্চলের কিছু এলাকায় হুমকির ব্যাপারটি গবেষকদের কাছ থেকে যথেষ্ট মিডিয়া কভারেজ এবং মনোযোগ পেয়েছে কারণ এগুলি ইকোসিস্টেম বা বন্যপ্রাণীকে প্রভাবিত করে যা সংরক্ষণের অগ্রাধিকার হিসাবে ব্যাপকভাবে স্বীকৃত, যেমন হার্ট অফ বোর্নিও এবং সুমাত্রার লিউজার-Leuser ইকোসিস্টেম। তবে, দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার মধ্যে অনেক কম আইকনিক এলাকায় উচ্চ জীববৈচিত্র্য ভ্যালু ও LI উন্নয়নের পরিকল্পনা রয়েছে এবং এই অঞ্চলের হুমকি অনেক কম মনোযোগ আকর্ষণ করেছে। উদাহরণস্বরূপ, কম্বোডিয়া, লাওস এবং ভিয়েতনামে জীববৈচিত্র্য কোর এবং প্রস্তাবিত LI- এর মধ্যে অনেক ওভারল্যাপ আছে কিন্তু LI উন্নয়নের কারণে হুমকির আলোচনায় খুব কমই এদেরকে উল্লেখ করা হয়েছে, যদিও Mekong Infrastructure Tracker-মেকং ইনফ্রাস্ট্রাকচার ট্র্যাকারের মতো প্রচেষ্টা(Stimson Center, 2021) এটি পরিবর্তন করতে সাহায্য করছে।

এশিয়ার LI উন্নয়নের প্রভাব সম্পর্কিত সাম্প্রতিক বিশ্লেষণগুলিতে চীনের বেল্ট অ্যান্ড রোড ইনিশিয়েটিভ বা BRI -এর সাথে সংশ্লিষ্ট LI প্রকল্পগুলির উপর আলোকপাত করা হয়েছে(Foggin et al., 2021; Hughes, 2019; Hughes et al., 2020; Lechner et al., 2018; Ng et al., 2020) । BRI প্রকল্পগুলি ভৌগোলিকভাবে বিস্তৃত, যথেষ্ট গণমাধ্যম কভারেজ পায়, এগুলির গুরুত্বপূর্ণ ভূ -রাজনৈতিক প্রভাব থাকে এবং বিদ্যমান স্থানিক ডেটাবেইজে ভালোভাবে ধরা পড়ে, যার সবই এগুলির উপর আলোকপাত করার মাত্রা বাড়াতে অবদান রাখে। তবে, আমাদের বিশ্লেষণ থেকে জানা যায় যে এশিয়ার LI উন্নয়ন থেকে জীববৈচিত্র্যের হুমকি BRI -এর বাইরেও বিস্তৃত। আমাদের বিশ্লেষণে প্রস্তাবিত LI রুটের মোট দৈর্ঘ্যের মাত্র 34 শতাংশ BRI-এর সাথে যুক্ত ছিল। প্রস্তাবিত LI উন্নয়নের বাকি দুই-তৃতীয়াংশ আমরা নথিভুক্ত করেছি যেমন South Asia Subregional Economic Cooperation Program (SASEC), Central Asia Subregional Economic Cooperation Program (CAREC), Greater Mekong Subregion Program (GMS) এবং Association of Southeast Asian Nations (ASEAN)-এর মত আঞ্চলিক উদ্যোগসমূহ। অল্প সংখ্যক প্রকল্প BRI এবং অন্য কোনো একটি আন্তর্জাতিক উদ্যোগ (যেমন, CAREC, ASEAN) উভয়ের সাথে যুক্ত ছিল। উপরন্তু, কিছু এশীয় দেশের LI উন্নয়নের জন্য উচ্চাভিলাষী পরিকল্পনা রয়েছে যা জাতীয়ভাবে অর্থায়ন করা হবে, এবং আন্তর্জাতিক অর্থনৈতিক উন্নয়ন উদ্যোগের উপর আলোকপাত করে এমন কোনো কিছু আমাদের মূল্যায়নে অন্তর্ভুক্ত করা হয়নি। উদাহরণস্বরূপ, ভারত এবং চীন আমাদের প্রস্তাবিত LI -এর মানচিত্রে অপেক্ষাকৃত ফাঁকা এলাকা হিসেবে দেখা গেছে (চিত্র8), কিন্তু উভয় দেশই দ্রুত এবং একতরফাভাবে তাদের LI নেটওয়ার্ক সম্প্রসারিত করছে। 2050 সালের মধ্যে মোট বৈশ্বিক রেল কর্মকান্ডের 40 শতাংশ হবে ভারতে এবং 2030 সালের মধ্যে রেল অবকাঠামোতে দেশটি 715 বিলিয়ন মার্কিন ডলার বিনিয়োগ করবে বলে আশা করা হচ্ছে।(IBEF, 2021a) । ভারত সরকারের 2021-22 বাজেটে বিদ্যুৎ বিতরণ খাতের পুনর্নির্মাণ প্রকল্পের জন্য 42 বিলিয়ন মার্কিন ডলার বরাদ্দ রয়েছে(IBEF, 2021b) , পাশাপাশি 19,500 কিমি সড়ক এবং অন্যান্য নির্মাণ প্রকল্পের জন্য অর্থায়ন রাখা হয়েছে(Chakravarty, 2021) । চীনে ক্ষমতাসীন কমিউনিস্ট পার্টির কেন্দ্রীয় কমিটি এবং স্টেট কাউন্সিলের সম্প্রতি প্রকাশিত একটি ব্লুপ্রিন্টে আগামী 15 বছরে দেশের রেল নেটওয়ার্ক 200,000 কিমি এবং হাইওয়ে নেটওয়ার্ক 460,000 কিলোমিটার সম্প্রসারিত করার কথা বলা হয়েছে(Wang, 2021) । এশিয়ায় LI উন্নয়নের দ্বারা সৃষ্ট জীববৈচিত্র্যের উপর হুমকিকে সম্পূর্ণরূপে চিহ্নিত করার জন্য জাতীয় এবং আঞ্চলিক উদ্যোগের অন্তর্গত LI উন্নয়ন পরিকল্পনাগুলির ট্র্যাকিং করা প্রয়োজন।

LI-এর হুমকি আরও ভালোওভাবে বোঝার জন্য

আমাদের বিশ্লেষণ এশিয়ার জীববৈচিত্রের উপর LI-এর সম্ভাব্য প্রভাবের সাধারণ মাত্রা এবং ভৌগলিক বন্টন বোঝার জন্য একটি ভিত্তি প্রদান করে। এশিয়ায় LI প্রভাবের বিদ্যমান বিশ্লেষণের উপর ভিত্তি করে

LI পরিকল্পনার জন্য উপযোগী একটি কম্পোজিট জীববৈচিত্র্য সূচক তৈরি করার জন্য BRI -এর সাথে যুক্ত LI প্রকল্পগুলিকে অন্তর্ভুক্ত করা, বিদ্যুৎ লাইনের প্রভাব বিবেচনা করা এবং অনেকগুলি উৎস থেকে জীববৈচিত্র্যর তথ্য সন্নিবেশিত করা হয়েছে। তবুও আমাদের বিশ্লেষণ এশিয়ার জন্য LI-এর স্থানিক তথ্যের তিনটি দিক দ্বারা উল্লেখযোগ্যভাবে সীমিত ছিল:

1. উপলভ্যতা প্রস্তাবিত LI-এর জন্য স্থানিক তথ্য অর্জন এই গবেষণার সবচেয়ে সময়সাপেক্ষ এবং চ্যালেঞ্জিং দিক ছিল। আমরা প্রাথমিকভাবে আশা করেছিলাম যে বহুপাক্ষিক উন্নয়ন ব্যাংকগুলি তাদের অর্থায়নকৃত প্রস্তাবিত LI প্রকল্পগুলির তথ্য একটি ভূতাত্ত্বিক ফরম্যাটে প্রদান করতে সক্ষম হবে কিন্তু পরে জানা যায় যে এই তথ্যগুলি পরিকল্পিতভাবে বিন্যস্ত করা হয়নি। যেহেতু এশিয়া জুড়ে প্রস্তাবিত সকল LI প্রকল্পের তথ্য সংকলন করা সম্ভব ছিল না, তাই আমরা আমাদের বিশ্লেষণে আন্তর্জাতিক অর্থনৈতিক উন্নয়ন উদ্যোগের সাথে যুক্ত প্রকল্পগুলির উপর আলোকপাত করেছি যেগুলোর প্রতিবেদন এবং ওয়েবসাইট থেকে মানচিত্র পাওয়া গেছে যা ব্যবহার করে আমরা রুটগুলিকে ম্যানুয়ালি ডিজিটাইজ করতে পেরেছি। কিছু কিছু প্রস্তাবিত LI রুটের ব্যাপারে উপলভ্য স্থানিক তথ্যের এই অভাবের অর্থ হল যে আমাদের বিশ্লেষণ কেবলমাত্র LI প্রকল্পগুলির একটি নমুনা বিবেচনা করে যা এশিয়ার জীববৈচিত্র্যকে প্রভাবিত করতে পারে এবং আমরা সহজেই তথ্য খুঁজে পেতে সক্ষম হয়েছি এমন প্রকল্পগুলির দিকেই ইঙ্গিত করে। LI প্রকল্পের বিশদ এবং নিয়মিতভাবে আপডেট হওয়া ভূ -স্থানিক ডেটাবেইজ যা LI প্রকল্প অর্থায়নকারী বা পরিকল্পনাকারীদের দ্বারা রক্ষণাবেক্ষণ করা হয় তা ভবিষ্যতে সম্ভাব্য LI প্রভাবগুলির বিশ্লেষণের পূর্ণাঙ্গতাকে ব্যাপকভাবে উন্নত করবে।
2. প্রকল্পের বিস্তারিত। আমাদের প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের ডাটাবেইজ তৈরিতে ব্যবহৃত তথ্যের সোর্সগুলি LI বৈশিষ্ট্যের উপর যে পরিমাণ বিশদ তথ্য প্রদান করেছে তাতে ভিন্নতা লক্ষ্য করা গেছে। কিছু প্রকল্পের জন্য, আমরা LI মোড ছাড়া আর বেশি কিছু নির্ধারণ করতে পারিনি। LI বৈশিষ্ট্যের উপর অতিরিক্ত তথ্য, যেমন লেইনের সংখ্যা এবং সড়কের প্রত্যাশিত ট্রাফিক ভলিউম, রেলওয়ের ট্র্যাক গেজ বা বিদ্যুৎ লাইনের ভোল্টেজ, এগুলি দিয়ে সম্ভাব্য প্রভাবগুলির আরও সূক্ষ্ম মূল্যায়ন করা সম্ভব হবে। উদাহরণস্বরূপ, প্রস্তাবিত সকল সড়কগুলি নিজ নিজ এলাকায় জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি করার সম্ভাবনার বিষয়টি আমাদের মাথায় রাখতে হয়েছে। এছাড়া, দুই-লেন অবিভক্ত মহাসড়ক এবং চার-লেন বিভক্ত মহাসড়কের মধ্যে পার্থক্য করে (যা প্রাণী এবং ইকোসিস্টেমের উপর বেশ ভিন্ন প্রভাব ফেলতে পারে)) এমন একটি বিশ্লেষণ থেকে প্রাপ্ত ফলাফল LI পরিকল্পনা এবং সংরক্ষণের জন্য আরো দরকারী তথ্য প্রদান করতে পারে।
3. স্থানিক যথার্থতা। আমরা প্রস্তাবিত LI রুটের চারপাশে একটি বিস্তৃত বাফার ব্যবহার করেছি যেগুলি এই রুটগুলি (PEZ) দ্বারা প্রভাবিত হতে পারে, রুটগুলির সাথে সম্পর্কিত সম্ভাব্য বড় স্থানিক ত্রুটির কারণে এটি করা প্রয়োজনীয় ছিল এবং মোটা-স্কেলের মানচিত্র থেকে রুটগুলি ম্যানুয়ালি ডিজিটাইজ করা হয়েছিল। কিছু প্রস্তাবিত LI রুটগুলি জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ অঞ্চলগুলিকে সরাসরি ছেদ করার ব্যাপারে স্পষ্ট হওয়া যায়নি, যেমন PA বা জীববৈচিত্র্যের মূল কোর অঞ্চল যা আমরা এই বিশ্লেষণে চিহ্নিত করেছি। LI উন্নয়নের প্রভাবগুলি LI এলাকার ভৌত সীমানার বাইরেও বিস্তৃত-উদাহরণস্বরূপ, LI উন্নয়নের ফলে প্রাণী শিকার ও পাচার করা বা অবৈধভাবে গাছ কাটা একটি সড়ক বা রেলপথ থেকে অনেক কিলোমিটার দূরে ঘটতে পারে-এবং জীববৈচিত্র্যের উপর LI এর এই বিস্তৃত সেকেন্ডারি প্রভাব সম্পর্কে বুঝতে আমাদের বাফার-ভিত্তিক বিশ্লেষণ কাজে আসতে পারে। তবে, প্রস্তাবিত LI রুটের আরো সুনির্দিষ্ট স্থানিক তথ্য এমন এলাকা চিহ্নিত করতে কাজে আসবে যেগুলো অধিকতর স্থানীয় LI দ্বারা প্রভাবিত হতে পারে (যেমন, বন্যপ্রাণী-যানবাহনের সংঘর্ষ, বৈদ্যুতিক সংস্পর্শ, শব্দ দূষণ, বন্যপ্রাণীর চলাচলের করিডোর কমে যাওয়া)।

এশিয়ার জন্য LI ডেটার প্রাপ্যতা, তথ্যের বিশদতা এবং স্থানিক যথার্থতার উন্নতি দ্বারা এই সীমাবদ্ধতাগুলি না কমানো পর্যন্ত, আমাদের পরামর্শ হল আমাদের মোটা-স্কেলের এই বিশ্লেষণটিকে যেন একটি প্রাথমিক স্ক্রিনিং টুল হিসাবে ব্যবহার করা হয় যা দিয়ে এমন এলাকা চিহ্নিত করা হয় যেগুলির জন্য আরও সুক্ষ্ম-স্কেল বিশ্লেষণ করা প্রয়োজন কারণ সেখানে জীববৈচিত্র্য এবং প্রস্তাবিত LI- এর মধ্যে দ্বন্দ্বের উচ্চ সম্ভাবনা রয়েছে। একটি সূক্ষ্ম স্কেল বিশ্লেষণ করা উচিত যা (1) প্রকল্প-স্তরের পরিকল্পনা নথি যা প্রস্তাবিত LI- এর বৈশিষ্ট্যগুলি যথাসম্ভব বর্ণনা করে; (2) স্থানিক তথ্য অর্জন করে যেখানে বর্তমান সময়ে পরিকল্পনাকারীদের কাছ থেকে প্রাপ্ত তথ্যের মাধ্যমে সম্ভাব্য রুট সম্পর্কে একটি ধারণা পাওয়া যায়; এবং (3) জীববৈচিত্র্যের তথ্য সংকলন করে যা স্থানীয়ভাবে এবং যতটা সম্ভব সূক্ষ্ম স্থানিক রেজোলিউশনের মাধ্যমে সংগ্রহ করা হয়েছিল এবং প্রকল্প এলাকায় সংরক্ষণের উদ্বেগের মধ্যে থাকা প্রাণীর উপর আলোকপাত করে থাকে। এই কাজগুলির জন্য যে ধরনের প্রচেষ্টার প্রয়োজন হয় তা আমাদের পক্ষে সমগ্র এশিয়া জুড়ে প্রয়োগ করা সম্ভব হয়নি, কিন্তু পৃথক LI প্রকল্পের সম্ভাব্য প্রভাবগুলি পর্যাপ্তভাবে মূল্যায়নের জন্য এমনটি করা প্রয়োজনীয়। আমরা এই পরিশিষ্টের দ্বিতীয় অংশে ছয়টি সূক্ষ্ম স্কেল বিশ্লেষণ উপস্থাপন করেছি যা ব্যাখ্যা করে যে কীভাবে প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের প্রভাবগুলি এশিয়ার মধ্যে নির্বাচিত ল্যান্ডস্কেপে সংরক্ষণের উদ্বেগের মধ্যে থাকা প্রাণীদের জন্য মূল্যায়ন করা যায়।

অবদানসমূহ

টাইলার ক্রিচ (Center for Large Landscape Conservation [CLLC]) স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনা করে প্রতিবেদনটির খসড়া তৈরি করেছেন। গ্রেস স্টোনসিফার (CLLC) এবং ম্যাট বেল (Western Transportation Institute–Montana State University [WTI]) প্রস্তাবিত LI রুটের তথ্য সংকলন এবং সেগুলি ডিজিটালাইজ করেছেন। রব অ্যামেন্ট (CLLC/WTI) এবং টনি ক্লিভেঞ্জার (WTI) প্রতিবেদনটির নকশা ও পর্যালোচনা করতে সাহায্য করেছেন।

তথ্যের উপলভ্যতা

জীববৈচিত্র্যের কোর, প্রস্তাবিত LI রুট ও PEZ সহ এই বিশ্লেষণের জীববৈচিত্র্যের কোর অঞ্চলের স্থানিক তথ্যাদি USAID-এর Development Data Library-তে আর্কাইভ করা আছে।

দ্বিতীয় অংশ: নির্বাচিত এশীয় ল্যান্ডস্কেপে LI-এর সম্ভাব্য প্রভাবগুলির সূক্ষ্ম-স্কেলের বিশ্লেষণ

এই পরিশিষ্টের প্রথম অংশে তুলে ধরা মোটা-স্কেলের বিশ্লেষণ একটি সাধারণ এলাকা চিহ্নিত করার জন্য কাজে লাগে যেখানে প্রস্তাবিত LI-এর কারণে জীববৈচিত্র্যের উপর প্রভাবগুলি উল্লেখযোগ্য মাত্রায় হতে পারে। তবুও এই বিশ্লেষণগুলিতে সাধারণত সংরক্ষণের উদ্বেগের মধ্যে থাকা প্রাণী বা ইকোসিস্টেমের উপর নির্দিষ্ট LI প্রকল্পের সম্ভাব্য প্রভাবগুলি পর্যাপ্তভাবে মূল্যায়নের জন্য প্রয়োজনীয় বিশদতা এবং স্থানিক রেজোলিউশনের ঘাটতি রয়েছে। দ্বিতীয় অংশে এই প্রতিবেদনের জন্য পরিচালিত হুমকির মুখে থাকা প্রাণী বা প্রজাতির উপর করা ছয়টি মৌলিক সূক্ষ্ম স্কেলের বিশ্লেষণের উদাহরণ প্রদান করে এবং প্রস্তাবিত LI উন্নয়ন প্রকল্পের সম্ভাব্য প্রভাবগুলি তুলে ধরে। এই বিশ্লেষণগুলি হল এক প্রকারের দ্রুত মূল্যায়ন যা উপলভ্য জৈবিক এবং LI ডেটা ব্যবহার করে স্বল্প সময়ের মধ্যে সম্পন্ন করা হয়। এগুলি স্থানীয় বেসরকারি সংস্থা (NGO)পার্টনারদের সহযোগিতায় পরিচালিত হয় যারা বন্যপ্রাণী গবেষণার ক্ষেত্রে এবং সংরক্ষণ প্রচেষ্টায় সক্রিয় রয়েছে এবং বন্যপ্রাণী জনসংখ্যার উপর LI প্রভাব সম্পর্কে অভিজ্ঞ।

আমাদের ছয়টি বিশ্লেষণগুলি শ্রেণীবিন্যাসগতভাবে বৈচিত্র্যময় যেগুলি বড় মাংসাশী, ক্ষুর যুক্ত প্রাণী, পাখি, হার্পটাইল-সরীসৃপ বা উভচর প্রাণী এবং অন্যান্য প্রজাতির প্রাণীর উপর আলোকপাত করে। এই

বিশ্লেষণগুলিতে তিনটি মোডের LI প্রকল্প (সড়ক, রেলপথ এবং বিদ্যুৎ লাইন) এবং নতুন রুট এবং বিদ্যমান রুটের উন্নয়ন আমলে নেওয়া হয়েছে। বিশ্লেষণগুলি ভৌগোলিকভাবে বৈচিত্র্যময়, যার মধ্যে রয়েছে দক্ষিণ, দক্ষিণ -পূর্ব, পূর্ব এবং মধ্য এশিয়ার স্টাডি এলাকা। এগুলি বিভিন্ন ধরনের জৈবিক তথ্য (যেমন, বন্যপ্রাণী টেলিমেট্রি, সড়কে প্রাণী হত্যার জরিপ, প্রাণীর জনসংখ্যার ঘনত্বের অনুমান, এবং বন্যপ্রাণী করিডোরের মানচিত্র) এবং বিভিন্ন স্থানিক বিশ্লেষণ পদ্ধতির উপর নির্ভর করে। ঝুঁকিপূর্ণ প্রজাতির উপর বেশ কয়েকটি হাই-প্রোফাইল LI প্রকল্পের সম্ভাব্য প্রভাবগুলি চিহ্নিত করার পাশাপাশি দ্রুত ও সম্ভাব্য স্থানিক মূল্যায়নের ফলে জীববৈচিত্র্য রক্ষার প্রচেষ্টাকে যে অবহিত করা যায় সেই ব্যাপারে এই সূক্ষ্ম স্কেল বিশ্লেষণগুলি একটি দৃষ্টান্ত হয়ে থাকবে।

ছয়টি বিশ্লেষণের প্রত্যেকটি নিচে একটি স্বতন্ত্র স্টাডি হিসাবে উপস্থাপন করা হয়েছে, তবে আমরা দ্বিতীয় অংশের সমাপ্তিতে সকল বিশ্লেষণ থেকে প্রাপ্ত মূল ফলাফলগুলির একটি সারসংক্ষেপ তুলে ধরেছি।

বিশ্লেষণ ।: তুষার চিতার উপর মঙ্গোলিয়ায় প্রস্তাবিত পাকা সড়ক এবং রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব

তুষার চিতা-snow leopard একটি শীর্ষ শিকারী প্রাণী এবং মধ্য ও দক্ষিণ এশিয়ার উচ্চ পর্বত ইকোসিস্টেমের ভারসাম্যপূর্ণ পরিবেশের নির্দেশক। তুষার চিতার জনসংখ্যা অতীতের স্তর থেকে অনেকাংশে কমে গেছে কারণ আবাসস্থল হ্রাস, শিকার এবং জলবায়ু পরিবর্তনের প্রভাবের ফলে তাদের পরিসর সীমিত হয়ে পড়েছে। তুষার চিতার উপস্থিতি আছে এমন ।2টি এশিয়ার দেশগুলির মধ্যে দ্বিতীয় বৃহত্তম তুষার চিতার জনসংখ্যা-আনুমানিক ।,000টি ; মঙ্গোলিয়ায় রয়েছে এবং Global Snow Leopard Ecosystem Protection Program দ্বারা নির্ণীত তিনটি অগ্রাধিকার্মূলক ল্যান্ডস্কেপ মঙ্গোলিয়াতে রয়েছে(WWF, 2015) । মঙ্গোলিয়ার জন্য নতুন প্রকাশিত জরিপের তথ্য ইঙ্গিত দেয় যে শিকার-রোধে টহল দেওয়া, প্রাণিসম্পদ ক্ষতিপূরণ কর্মসূচী এবং জনসচেতনামূলক প্রচারণার মতো সংরক্ষণ প্রচেষ্টার কারণে দেশের তুষার চিতার জনসংখ্যা এখন স্থিতিশীল(Bayandonoi et al., 2021) রয়েছে।

সংরক্ষণের ক্ষেত্রে এই সাফল্য সত্ত্বেও, মঙ্গোলিয়ার তুষার চিতাগুলি এখনও অনেক হুমকির মুখোমুখি, এবং LI উন্নয়ন এর মধ্যে অন্যতম। মঙ্গোলিয়া খনিজ এবং অন্যান্য উত্তোলনযোগ্য সম্পদে সমৃদ্ধ, এবং এই সম্পদগুলি চীন এবং রাশিয়ার মত প্রতিবেশী দেশগুলিতে পরিবহনের জন্য একটি বড় সড়ক এবং রেলওয়ে নেটওয়ার্ক তৈরি করা হচ্ছে। মঙ্গোলিয়ার ~ 50,000 কিলোমিটার সড়ক নেটওয়ার্কের মাত্র ।3 শতাংশই বর্তমানে প্রশস্ত এবং সড়ক নেটওয়ার্কের আরও উন্নতির প্রস্তাব দেওয়া হয়েছে মার্কেটে অ্যাক্সেস বাড়ানোর জন্য এবং বাসিন্দাদের জন্য যোগাযোগ এবং নিরাপত্তা উন্নত করার জন্য(ADB, 2018a) । মঙ্গোলিয়ার Sustainable Development Vision 2030-তে প্রায় 3,000 কিলোমিটার পিচ ঢালা সড়ক সম্প্রসারিত করার এবং আন্তর্জাতিক ও অভ্যন্তরীণ যাতায়াত এবং কৃষি, শিল্প ও খনি খননের খাতের সুবিধার্থে বেশ কিছু নতুন রেলপথ নির্মাণের আহ্বান জানিয়েছে।(Government of Mongolia, 2016) ।

LI তিনটি পদ্ধতির মাধ্যমে তুষার চিতাদের ক্ষতি করতে পারে। প্রথমত, LI তুষার চিতার আবাসস্থলের অবনতি এবং বিভাজন করতে পারে। তুষার চিতা মানুষের কর্মকান্ডের স্থানগুলি এড়িয়ে যায়(Wolf & Ale, 2009) এবং নতুন সড়ক এবং রেলপথ প্রায়ই স্থানীয় মানুষের জনসংখ্যার ঘনত্ব বাড়িয়ে দেয়। প্রাকৃতিক ভূমিকে কৃষি জমিতে রূপান্তরিত করা হতে পারে কারণ কৃষকরা পরিবহনের সুবিধার জন্য সড়ক বা রেলওয়ের কাছাকাছি জমি ক্রয় করে থাকে(Diener & Batjav, 2019) । সম্প্রসারিত এবং উন্নত লিনিয়ার অবকাঠামো নতুন এলাকায় প্রাকৃতিক সম্পদ উত্তোলনকে সহজতর করতে পারে যা তখন তুষার চিতার আবাসস্থল হিসেবে কম উপযুক্ত হয়ে উঠতে পারে। পাকা সড়ক এবং রেলপথ তুষার চিতার চলাচলে বাধা তৈরি করতে পারে, বংশগতি ঠিক রাখতে এবং জলবায়ু পরিবর্তনের মোকাবেলায় অ্যাডাপ্টেশনের জন্য প্রয়োজনীয় বাসস্থান প্যাচগুলির মধ্যে চলাচল রোধ করতে পারে(Snow Leopard Network, 2014) ।

দ্বিতীয়ত, নতুন LI-এর ফলে মানুষের প্রবেশাধিকার বৃদ্ধি এবং ভূমি ব্যবহারে পরিবর্তনের কারণে মানুষ সরাসরি তুষার চিতকে হত্যা করতে পারে। তুষার চিতার চামড়া, হাড় এবং শরীরের অন্যান্য অংশ ট্রেডিশনাল ঔষধে ব্যবহৃত হয়ে থাকে(Wingard & Zahler, 2006) । গবাদি পশুর উপর হানা দেওয়ার প্রতিশোধ হিসেবেও তাদেরকে হত্যা করা হয়ে থাকে(Jackson & Wangchuk, 2001) ।

তৃতীয়ত, নতুন সড়ক ও রেলপথে মানুষের উপস্থিতি এবং ভূমি ব্যবহার সম্প্রসারিত করলে তুষার চিতার খাদ্য হিসেবে যেসব প্রাণী শিকার করে থাকে তাদের সংখ্যা কমে যেতে পারে।। তুষার চিতার বিচরণ এমন এলাকায় থাকে যেখানে অনেক ক্ষুরযুক্ত প্রাণী বসবাস করে , এবং শিকার ও পাচার, গবাদি পশুর সাথে প্রতিযোগিতা বা কৃষি উন্নয়নের ফলে প্রাণীর আবাসস্থলের অবনতির কারণে এই ক্ষুরযুক্ত প্রাণীর সংখ্যা চলাচলের করিডোরের কাছে কমে যেতে পারে।(WWF, 2015) ।

এখানে, আমরা তুষার চিতা এবং মঙ্গোলিয়ায় প্রস্তাবিত LI -এর মধ্যে সংঘর্ষের সম্ভাব্য ক্ষেত্রগুলির একটি দ্রুত মূল্যায়ন উপস্থাপন করছি। আমাদের উদ্দেশ্য হল প্রস্তাবিত পাকা সড়ক ও রেলপথের মাধ্যমে দেশের তুষার চিতার জনসংখ্যার জন্য হুমকির মাত্রা এবং ভৌগোলিক বন্টনকে চিহ্নিত করা এবং সবচেয়ে মারাত্মক প্রভাব এড়ানোর জন্য যেসব এলাকায় পদক্ষেপ নেওয়া প্রয়োজন তা তুলে ধরা।

পদ্ধতি

আমরা তুষার চিতা দ্বারা অধিকৃত আবাসস্থলের প্যাচ সহ এবং আবাসস্থল প্যাচের মধ্যে তুষার চিতার চলাচলের রুটগুলির সাথে প্রস্তাবিত LI -এর স্থানগুলি মিলিয়ে দেখেছি। আমরা Wildlife Conservation Society-এর Mongolia Program থেকে প্রস্তাবিত পাকা সড়ক এবং প্রস্তাবিত রেলওয়ে (বর্তমানে নির্মাণাধীন আছে এমন একটি সহ) সম্পর্কিত স্থানিক তথ্য সংগ্রহ করেছি। আমরা World Wide Fund for Nature's Mongolian Programme Office থেকে তুষার চিতা দ্বারা অধিকৃত বাসস্থানের প্যাচ এবং চলাচলের করিডোরের স্থানিক তথ্য সংগ্রহ করেছি। সাম্প্রতিক সময়ে কয়েক বছর ধরে করা দেশব্যাপী শুমারির জন্য এই তুষার চিতার তথ্য তৈরি করা হয় যা মঙ্গোলিয়া জুড়ে তুষার চিতার স্থানিক বিতরণ এবং ঘনত্বের অনুমান প্রদান করে(Bayandonoi et al., 2021) । সাইন-ভিত্তিক অকুপেন্সি জরিপ এবং ক্যামেরা-ভিত্তিক ক্যাপচার-রিক্যাপচার পদ্ধতি ব্যবহার করে তুষার চিতার ঘনত্বের একটি স্তরযুক্ত মানচিত্র তৈরি করা হয়েছে যা আবাসস্থলকে উচ্চ, মাঝারি এবং নিম্ন-ঘনত্বের শ্রেণীতে ভাগকরে। টপোগ্রাফি এবং মানুষের উপস্থিতির মতো ল্যান্ডস্কেপ বৈশিষ্ট্যের উপর ভিত্তি করে তুষার চিতাযুক্ত আইসোলেটেড অঞ্চলগুলিতে কম খরচের মধ্যে করা যায় এমন উপযোগী চলাচলের করিডোরের মডেল ব্যবহার করা হয়। তুষার চিতার চলাচলের জন্য ব্যয় সাশ্রয়ের উপর ভিত্তি করে করিডোরগুলিকে পাঁচটি শ্রেণীতে ভাগ করা হয় (অর্থাৎ, চলাচলের জন্য যেটুকু শক্তির প্রয়োজন পড়বে)।

আমরা দুটি উপায়ে প্রস্তাবিত LI দ্বারা তুষার চিতার জনসংখ্যাকে প্রভাবিত করার সম্ভাব্যতা পরিমাপ করেছি: (১) আমরা প্রস্তাবিত পাকা সড়ক এবং রেলপথের মোট দৈর্ঘ্য গণনা করেছি যা প্রতিটি ঘনত্ব শ্রেণীতে থাকা তুষার চিতার অধিকৃত আবাসস্থলকে ছেদ করবে এবং সেখানে আবাসস্থলের সম্ভাব্য ক্ষতির অনুমান করেছি; এবং (2) আমরা প্রস্তাবিত পাকা সড়ক বা রেলপথ এবং কম খরচে চলাচলের করিডোরের মধ্যে ছেদ পয়েন্টের সংখ্যা গণনা করেছি যা দিয়ে সংযোগের সম্ভাব্য ক্ষতির অনুমান করা হয়েছে। আমরা সম্ভাব্য সংরক্ষণের উদ্বেগের এই স্থানগুলি ভিজ্যুয়ালাইজ করার জন্য এই দুই ধরনের ছেদের মানচিত্র তৈরি করেছি। যেহেতু PA-এর জন্য LI প্রকল্পগুলিতে অধিকতর সুরক্ষার নিশ্চয়তা থাকতে পারে, তাই আমাদেরকে এটাও নির্ধারণ করতে হয় যে প্রস্তাবিত LI এবং তুষার চিতার অধিকৃত আবাসস্থলের মধ্যে ছেদ ঘটেছে কিনা এবং World Database on Protected Areas দ্বারা সংজ্ঞায়িত PA-গুলির মধ্যে ঘটেছে কিনা (UNEP-WCMC & IUCN, 2021) ।

ফলাফল

প্রস্তাবিত LI এর 1,900 কিলোমিটারেরও বেশি অংশ মঙ্গোলিয়ায় তুষার চিতার অধিকৃত আবাসস্থলকে ছেদ করবে, যার মধ্যে পাকা সড়ক এবং রেলপথ প্রতিটিই প্রায় অর্ধেক অংশ জুড়ে থাকবে (টেবিল9)। এই ছেদগুলির বেশিরভাগ এলাকা মাঝারি ঘনত্বের অধিকৃত আবাসস্থলের মধ্যে অবস্থিত, কিন্তু প্রায় 370 কিমি উচ্চ ঘনত্বের আবাসস্থলও এর মধ্যে রয়েছে, যেখানে তুষার চিতার উপর প্রভাব মারাত্মক হতে পারে। যদিও অনেক ছেদ এলাকা অধিকৃত আবাসস্থলগুলির মার্জিন বরাবর ঘটে (যেমন, উপত্যকার পাদদেশের কাছাকাছি), প্রস্তাবিত LI বেশ কয়েকটি স্থানে অধিকৃত আবাসস্থলের ভেতর দিয়ে অতিক্রম করে যাবে (চিত্র11)। উত্তর-পশ্চিম এবং দক্ষিণ মঙ্গোলিয়ার মধ্যে আলতাই পর্বতমালায় বিস্তৃত অধিকৃত আবাসস্থলকে দুটি প্রস্তাবিত পাকা সড়ক (দায়ান-উলগি সিটি রোড এবং আলতাই সিটি-বুগাত-বুরগান্তাই রোড) এবং দুটি প্রস্তাবিত রেলপথ (আলতাই সিটি-বুর্গাস্তাই রেলপথ এবং আলতাই শহর-বুলগান রেলপথ) বিভক্ত করবে। এই উন্নয়নের ফলে এই নিরচ্ছিন্ন আবাসস্থলে প্যাচটি অনেকগুলি ছোট প্যাচে ভাগ হয়ে যেতে পারে।

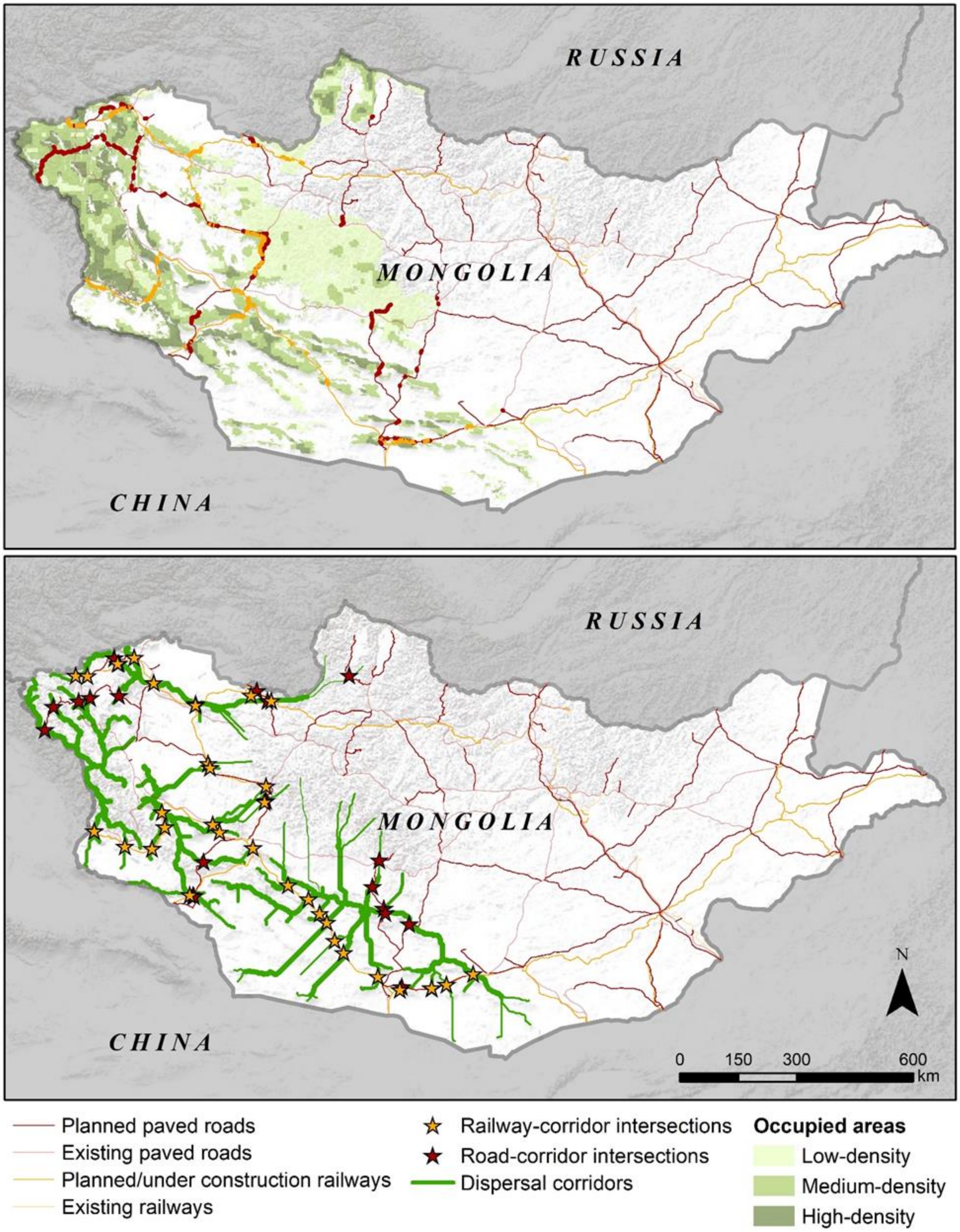
তুষার চিতার অধিকৃত আবাসস্থলের মধ্যে প্রস্তাবিত LI-এর প্রায় 200 কিমি (10 শতাংশ) PA-এর মধ্যে পড়েছে, যার মধ্যে রয়েছে: আলতাই তাভান বগড ন্যাশনাল পার্কের মাঝারি ঘনত্বের অধিকৃত আবাসস্থলের মধ্যে 56 কিলোমিটার প্রস্তাবিত পাকা সড়ক; মায়াঙ্গান উগালজাত ন্যাশনাল পার্কের মাঝারি এবং কম ঘনত্বের আবাসস্থলের মধ্যে 37 কিলোমিটার প্রস্তাবিত রেলপথ; ইখ বোগদ উল ন্যাশনাল পার্কের উচ্চ এবং মাঝারি ঘনত্বের আবাসস্থলের মধ্যে 28 কিলোমিটার প্রস্তাবিত পাকা সড়ক; এবং খার-উস নুর ন্যাশনাল পার্কের উচ্চ এবং মাঝারি ঘনত্বের আবাসস্থলের মধ্যে 16 কিলোমিটার প্রস্তাবিত সড়ক।

প্রস্তাবিত LI 59টি স্থানে চলাচলের করিডোরকে ছেদ করবে (টেবিল9), যার মধ্যে বেশিরভাগই সর্বোচ্চ কস্ট-ইফেক্টিভনেস ক্যাটাগরির করিডোরের পাশ দিয়ে যাবে যেগুলো চলাচলের জন্য বেশি ব্যবহার করা হতে পারে। যদি তুষার চিতা এই করিডোর বরাবর নতুন পাকা সড়ক এবং রেলপথকে চলাচলে বাধা হিসেবে দেখে থাকে, তবে অনেক অধিকৃত অনেক ছোট আবাসস্থলের প্যাচগুলি বৃহত্তর তুষার চিতার মেটাপপুলেশন থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যেতে পারে। প্রস্তাবিত LI-এর যে বৈশিষ্ট্যগুলির কারণে আবাসস্থলের ক্ষতি হওয়ার সম্ভাবনা বেশি আর যে বৈশিষ্ট্যগুলির কারণে সংযোগের ক্ষতি হওয়ার সম্ভাবনা বেশি - সেগুলো এক নয়; উদাহরণস্বরূপ, দক্ষিণ মঙ্গোলিয়ায় প্রস্তাবিত আলতাই শহর-গুরভান্তেস-দালানজাদগাদ শহর রেলপথ অপেক্ষাকৃত কম অধিকৃত আবাসস্থলকে ছেদ করবে কিন্তু 11টি চলাচলের করিডোরকে বিভক্ত করবে।

টেবিল9 : প্রস্তাবিত লিনিয়ার অবকাঠামো (পাকা সড়ক ও রেলপথ) এবং তুষার চিতাবাঘের অধিকৃত এলাকা এবং সম্ভাব্য চলাচলের করিডোরের মধ্যে ওভারল্যাপের ব্যাপ্তি

টেবিল 9: প্রস্তাবিত লিনিয়ার অবকাঠামো (পাকা সড়ক ও রেলপথ) এবং তুষার চিতাবাঘের অধিকৃত এলাকা এবং সম্ভাব্য চলাচলের করিডোরের মধ্যে ওভারল্যাপের ব্যাপ্তি

		অধিকৃত এলাকার সাথে ছেদকৃত এলাকার দৈর্ঘ্য (কিমি)			
প্রস্তাবিত LI-এর ধরন	চলাচলের করিডোরের সঙ্গে ছেদ	কম ঘনত্বের প্যাচ	মাঝারি ঘনত্বের প্যাচ	উচ্চ ঘনত্বের প্যাচ	সকল প্যাচ
পাকা সড়ক	25	284.3	488.4	204.5	977.2
রেলপথ	34	208.0	561.5	164.0	933.5



চিত্র।। : তুষার চিতা এবং প্রস্তাবিত পাকা সড়ক এবং রেলপথের মধ্যে সম্ভাব্য দ্বন্দ্বের ক্ষেত্র। *উপরের প্যানেল:* প্রস্তাবিত LI এবং তুষার চিতা দ্বারা অধিকৃত এলাকার মধ্যে ওভারল্যাপ। প্রস্তাবিত LI বৈশিষ্ট্যগুলির যে অংশ অধিকৃত অঞ্চলগুলিকে ওভারল্যাপ

করে তা ঘন লাইন দিয়ে দেখানো হয়েছে। *নিচের প্যানেল:* প্রস্তাবিত LI এবং তুষার চিতার জন্য চলাচলের সম্ভাব্য করিডোরের মধ্যে সংযোগস্থল। ঘন সবুজ রেখাগুলি এমন করিডোরকে নির্দেশ করে যা তুষার চিতার চলাচলের জন্য বেশি কার্যকর।

আলোচনা

আমাদের বিশ্লেষণ থেকে বোঝা যায় যে প্রস্তাবিত LI মঙ্গোলিয়ায় বিস্তৃত পরিসরে তুষার চিতাকে নেতিবাচকভাবে প্রভাবিত করার সম্ভাবনা রাখে। নতুন পাকা সড়ক এবং রেলপথ প্রস্তাবিতভাবে সম্পন্ন হলে তা বেশ কয়েকটি প্রত্যন্ত অঞ্চল অতিক্রম করবে যেখানে বর্তমানে তুষার চিতার জনসংখ্যার অপেক্ষাকৃত উচ্চ ঘনত্ব, মাঝারি বা কম ঘনত্বের অনেক অঞ্চল রয়েছে। তুষার চিতাবাঘ এবং তাদের আবাসস্থলের ক্ষেত্রে LI উন্নয়নের প্রভাব নির্ভর করবে উন্নত ও সম্প্রসারিত LI-এর ফলে মানুষের চাপ কতটুকু বৃদ্ধি পেয়েছে তার উপর, যেমন নতুন খনির উন্নয়ন কাজ, নতুন স্থায়ী কৃষিজমির সৃষ্টি ও চাষাবাদ, প্রাণী শিকার ও পাচারের ঘটনা এবং বন্যপ্রাণীর খাদ্য হ্রাস পাওয়া। এই চাপ কতটা তীব্র হবে তা অনুমান করা কঠিন, তবে মঙ্গোলিয়ায় অতীতে সড়কের উন্নয়নের পরে মানুষের মাইগ্রেশন ঘটেছে এবং পাকা সড়কের পাশে বসতি স্থাপন করা হয়েছে(Diener & Batjav, 2019) , এবং এই ধারা অব্যাহত থাকবে বলে আশা করা যুক্তিসঙ্গত বলে মনে হয়। তুষার চিতা এবং অন্যান্য বন্যপ্রাণীদের জন্য LI জনিত সুরক্ষা ব্যবস্থা প্রণয়নের সুযোগ প্রস্তাবিত পাকা সড়ক এবং রেলওয়ের অংশগুলির জন্য সবচেয়ে বেশি হতে পারে যা জাতীয় উদ্যান এবং অন্যান্য PA-কে অতিক্রম করে যায় যেগুলো বিশেষভাবে বন্যপ্রাণীর জনসংখ্যা সংরক্ষণের জন্য নিবেদিত।

মঙ্গোলিয়ার তুষার চিতা মেটাপপুলেশনের সংযোগের উপর প্রস্তাবিত LI -এর প্রভাবও যথেষ্ট হতে পারে, আমাদের বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখা যায় যে আবাসস্থলের মধ্যে চলাচলের অনেকগুলি করিডোর একটি নতুন পাকা সড়ক বা একটি নতুন রেলপথ দ্বারা বিভক্ত হতে পারে। এই LI বৈশিষ্ট্যগুলি যদি তুষার চিতার চলাচলে বাধা হয়ে থাকে তবে সংযোগ ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার সম্ভাবনা বেশি, তবে এটি সড়ক এবং রেলপথের নির্দিষ্ট বৈশিষ্ট্যের উপর নির্ভর করে এবং তুষার চিতা কীভাবে তাদের প্রতিক্রিয়া জানায় তার উপর নির্ভর করে। উদাহরণস্বরূপ, সড়কের প্রস্থ এবং ট্রাফিক ভলিউম অনেক বন্যপ্রাণী প্রজাতির জন্য সড়ক পারাপারের আচরণের গুরুত্বপূর্ণ নির্ণায়ক(Jacobson et al., 2016) , কিন্তু এই বিষয়গুলি কীভাবে তুষার চিতার সড়ক পারাপারের আচরণকে প্রভাবিত করে তা এখনও ভালোভাবে বোঝা সম্ভব হয়নি। একইভাবে, সড়ক এবং রেলপথে বেড়া দেওয়া অনেক প্রজাতির চলাচলে একটি শক্তিশালী প্রতিবন্ধকতা তৈরি করে(McInturff et al., 2020) । বর্তমান মানদণ্ড অনুযায়ী মঙ্গোলিয়ায় রেলপথে কাঁটাতারের বেড়া লাগানো প্রয়োজন এবং এই বেড়াগুলি খুলান-khulan, গয়টার্ড গ্যাজেল-goitered gazelle এবং মঙ্গোলিয়ান গ্যাজেলের মতো যাযাবর ক্ষুরযুক্ত প্রাণীর গতিশীলতা হ্রাস করেছে এবং মৃত্যুহার (বেড়ায় পেচিয়ে গিয়ে) বৃদ্ধি করেছে(Batsaikhan et al., 2014) । এই নেতিবাচক প্রভাবগুলি ক্ষুরযুক্ত প্রাণীর জনসংখ্যা কমিয়ে দিয়ে মঙ্গোলিয়ার তুষার চিতাকে তাদের শিকারের ঘাঁটি গুটিয়ে নিতে প্রভাবিত করতে পারে। তবে, রেলওয়ের বেড়া তুষার চিতার চলাচলে বাধা বা সরাসরি মৃত্যুর ঝুঁকি তৈরি করে কিনা তা এখনও স্পষ্ট নয়।

আমাদের দ্রুত মূল্যায়নে উপলভ্য স্থানিক তথ্য ব্যবহার করা হয়েছে এবং এমন স্থানগুলিকে হাইলাইট করা হয়েছে যেখানে তুষার চিতার উপর প্রভাব সম্ভবত সবচেয়ে বেশি, কিন্তু তুষার চিতার ঝুঁকি সম্পূর্ণরূপে বোঝার জন্য এই স্থানগুলিতে আরও বিস্তারিত ফলো-আপ গবেষণার প্রয়োজন। তুষার চিতার উপস্থিতি এবং ঘনত্ব, নৃতাত্ত্বিক চাপ এবং প্রস্তাবিত সড়ক এবং রেলওয়ের বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে সূক্ষ্ম স্কেলের তথ্যাদি আরও ব্যাপক এবং স্থানীয় মূল্যায়ন করার ক্ষেত্রে কাজে আসবে, যা তুষার চিতার উপর LI উন্নয়নের প্রভাব কমানোর জন্য কার্যকরী কৌশল প্রণয়নের জন্য গুরুত্বপূর্ণ হবে।

মঙ্গোলিয়া এখনও তাদের উদীয়মান Sustainable Development Vision 2030 কর্মসূচিতে সড়ক বা রেলওয়ে প্রকল্পগুলির মধ্যে বন্যপ্রাণী ক্রসিংয়ের মতো মিটিগেশন ব্যবস্থা অন্তর্ভুক্ত করতে পারেনি। ওয়ু-তোলগোই খনি থেকে চীনা সীমান্ত পর্যন্ত একটি নতুন সড়কের জন্য একটি সূক্ষ্ম স্কেল মূল্যায়ন এবং মিটিগেশন

সুপারিশগুলি খুলান-khulan, আরগালি-argali, গয়টার্ড গাজেল-goitered gazelle এবং মঙ্গোলিয়ান গ্যাজেলের উপর প্রভাব হ্রাস করার জন্য প্রস্তুত করা হয়েছিল; তবে, আমাদের জানামতে এই ব্যবস্থাগুলি বাস্তবায়িত হয়নি(Huijser et al., 2013) । LI প্রভাব হ্রাস করার জন্য তুষার চিতার বিষয়টি তাদের অধিকৃত অঞ্চলের রুক্ষ ভূখণ্ড এবং জলবায়ু অবস্থার কারণে একটি অনন্য চ্যালেঞ্জ উপস্থাপন করে। পাহাড়ি পরিবেশে অনেক LI প্রকল্প মালবাহী রেলপথের জন্য দুই শতাংশ বা তার চেয়ে কম গ্রেডের ক্ষেত্রে টানেল এবং বড় ভায়াডাক্ট ব্যবহার করে। এই বৈশিষ্ট্যগুলি বন্যপ্রাণীর উপর LI-এর প্রভাবগুলি হ্রাস করার সবচেয়ে কার্যকর পন্থা কারণ এগুলি বাসস্থানের কোনো পরিবর্তন ঘটায় না(Clevenger & Huijser, 2011) । তুষার চিতার জনসংখ্যাকে সংযুক্ত রাখতে এবং প্রভাবগুলি কমিয়ে আনার জন্য এই বৈশিষ্ট্যগুলি যে সঠিকভাবে অবস্থিত তা নিশ্চিত করা গুরুত্বপূর্ণ।

অবদানসমূহ

চিমেদদর্জ বুয়ানা এবং গান্তুলগা বায়ানদোনই (WWF Mongolia) তুষার চিতার ঘনত্ব এবং চলাচলের করিডোরের স্থানিক তথ্য প্রদান করেছেন এবং এই প্রতিবেদন তৈরিতে অবদান রেখেছেন। বুভেইবাতার বায়ারবাতার এবং নারাঙ্গুয়া বাতদর্জ (WCS Mongolia) প্রস্তাবিত সড়ক এবং রেলপথের স্থানিক তথ্য সরবরাহ করেছেন। টাইলার ক্রিচ (CLLC) স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনা করে প্রতিবেদনটির খসড়া তৈরি করেছেন। রব অ্যামেন্ট (CLLC/WTI) এবং টনি ক্লিভেঞ্জারও (WTI) এই প্রতিবেদন তৈরিতে অবদান রেখেছেন।

বিশ্লেষণ 2: নেপালের তেরাই আর্ক ল্যান্ডস্কেপে বাঘের উপর সড়ক ও রেল উন্নয়নের সম্ভাব্য প্রভাব

তেরাই আর্ক ল্যান্ডস্কেপ (TAL) হল ভারত-নেপাল সীমান্তে বন, তৃণভূমি এবং জলাভূমির ~ 50,000-কিমি 2 জুড়ে বিস্তৃত একটি এলাকা যা বৈশ্বিক সংরক্ষণ অগ্রাধিকারের একটি ক্ষেত্র কারণ এতে রয়েছে উচ্চ জীববৈচিত্র্য এবং আকর্ষণীয় ও বিপন্ন প্রাণীকুলের উপস্থিতি, যেমন হাতি, গণ্ডার, এবং বাঘ। TAL- এর প্রাকৃতিক আবাসস্থলে অতীতকাল থেকেই বাঘ এবং তাদের শিকারের প্রাণীর জনসংখ্যার উচ্চ ঘনত্ব বিরাজমান, কিন্তু প্রাকৃতিক ভূমির অনেকটাই মানুষের ব্যবহৃত ভূমিতে পরিণত হয়েছে এবং PA-এর ভেতরে কিছু আইসোলেটেড সাব-পপুলেশনের মধ্যে বাঘের আনাগোনা দেখা যায়(Thapa et al., 2017) । বাঘ এবং অন্যান্য বিস্তৃত প্রজাতি শুধুমাত্র PA-এর মাধ্যমে সংরক্ষণ করা যাবে না; বাঘের জেনেটিক বৈচিত্র্য এবং জনসংখ্যার ভারসাম্য বজায় রাখার জন্য সাব-পপুলেশনের মধ্যে চলাচল এবং মৌসুমী যোগাযোগ প্রয়োজন(Thatte et al., 2018) । এই প্রয়োজন আমলে নিয়ে নেপাল এবং ভারত 2004 সালে TAL- এর জন্য একটি ল্যান্ডস্কেপ-স্কেল সংরক্ষণ পদ্ধতি গ্রহণ করে যাতে উভয় দেশের PA- এর মধ্যে আবাসস্থল সংযোগ রক্ষা করা যায়। তবে, এই অঞ্চলে, বিশেষ করে নেপালে, দ্রুত LI উন্নয়নের ফলে এখন বাসস্থান হ্রাস, প্রাকৃতিক ভূমির বিভাজন এবং যানবাহনের সাথে সংঘর্ষের ফলে মৃত্যুর হার বৃদ্ধির মাধ্যমে বাঘের জনসংখ্যার ক্ষতি হওয়া সহ বিভিন্ন হুমকি রয়েছে।(Carter et al., 2020) ।

তিনটি প্রধান LI প্রকল্প যা TAL- এর নেপাল অংশের পূর্ব-পশ্চিম দিক জুড়ে রয়েছে তা বাঘের জন্য বিশেষভাবে ক্ষতিকর হতে পারে। পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়ে একটি প্রস্তাবিত নতুন 945 কিলোমিটার বিদ্যুতায়িত রেলপথ, যার মধ্যে কেবল TAL-এর পূর্ব সীমানায় একটি ছোট অংশের নির্মাণ সম্পন্ন করা হয়েছে। 1,028 কিলোমিটার মহেন্দ্র হাইওয়ে হল নেপালের দীর্ঘতম বিদ্যমান মহাসড়ক এবং এটি দুই লেনের অবিভক্ত মহাসড়ক থেকে বিভিন্ন অংশে চার লেনের বিভক্ত মহাসড়কে উন্নীত করা হচ্ছে। এই পথের প্রায় 200 কিলোমিটার অংশ যা পারসা ন্যাশনাল পার্ককে বিভক্ত করে এবং চিতওয়ান ন্যাশনাল পার্কের সীমানা স্পর্শ করে, এটি আংশিকভাবে নির্মাণাধীন রয়েছে এবং এটি নেপালের TAL-এর অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ বাঘের আবাসস্থলকে বিভক্ত করে ফেলবে। (DNPWC, 2016) । সাম্প্রতিক জরিপ অনুযায়ী চিতওয়ান-পারসা অঞ্চলে ১১১ টি বাঘ রয়েছে(DNPWC & DoFSC, 2018) । 1,792 কিলোমিটার পোস্টাল হাইওয়ে একটি পাকা দুই লেনের সড়ক যা 1930-এর দশকে নির্মিত একটি কাঁচা সড়ক পথের উপর দিয়ে নির্মিত হচ্ছে এবং এর দৈর্ঘ্যের প্রায় 60 শতাংশের নির্মাণ কাজ এরই মধ্যে সম্পন্ন হয়েছে। এখানে, আমরা TAL বাঘের জনসংখ্যার উপর এই LI বৈশিষ্ট্যগুলির নির্মাণ এবং আপগ্রেডের সম্ভাব্য প্রভাবগুলির একটি সহজ স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনা করেছি।

পদ্ধতি

আমরা TAL -এ বাঘ সংরক্ষণের জন্য চার ধরনের অগ্রাধিকার অঞ্চলের সাথে LI রুটগুলি স্থানিকভাবে মিলিয়ে দেখেছি: PA, PA -এর চারপাশে বাফার জোন, PA -এর মধ্যে বনভূমির করিডোর এবং বাঘের উচ্চ ঘনত্বের অঞ্চল। আমরা World Database on Protected Areas থেকে PA এবং বাফার জোনের স্থানিক তথ্য পেয়েছি(UNEP-WCMC & IUCN, 2021) , যার মধ্যে ছিল পাঁচটি PA (বানকে, বারদিয়া, চিতওয়ান, পারসা এবং শুক্লাফান্তা ন্যাশনাল পার্ক) এবং প্রতিটি PA -কে ঘিরে তৈরি করা একটি বাফার জোন। আমরা নেপালের মধ্যে নয়টি বনাঞ্চলীয় করিডোরের উপর WWF- Nepal থেকে স্থানিক তথ্য পেয়েছি যা TAL- এ বাঘের সাব-পপুলেশনকে সংযুক্ত করে, যার মধ্যে রয়েছে চলাচলের করিডোর যা নেপালের সাব-পপুলেশনকে ভারতের সীমান্তের ওপারের পপুলেশনের সাথে সংযুক্ত করে। আমরা Department of National Parks and Wildlife Conservation (DNPWC) থেকে বাঘের ঘনত্বের ব্যাপারে 2018 সালে দেশব্যাপী পরিচালিত বাঘের জরিপ থেকে স্থানিক তথ্য পেয়েছি যা 2 × 2 কিমি গ্রিড সেলের মধ্যে বাঘের আনুমানিক ঘনত্ব বোঝাতে ক্যামেরা ফাঁদ ব্যবহার করে নেপালে বাঘ আছে এমন সকল PA এবং সংলগ্ন বনকে অন্তর্ভুক্ত করে (DNPWC & DoFSC, 2018) । আমরা বাঘের ঘনত্বের অনুমানগুলি নিয়ে বাঘের

উচ্চ ঘনত্বের অঞ্চলগুলির একটি স্পষ্ট মানচিত্র তৈরি করেছি, এই উচ্চ ঘনত্ব আমরা সকল জরিপকৃত নন-জিরো ডেনসিটির সেলের মধ্যে শীর্ষ কোয়ার্টাইলে থাকা সকল গ্রিড সেল দ্বারা বুঝিয়েছি।

আমরা বাঘের জনসংখ্যার জন্য প্রধান হুমকি হিসেবে উপরে বর্ণিত তিনটি LI বৈশিষ্ট্যের উপর আলোকপাত করেছি: পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়ে, মহেন্দ্র হাইওয়ে এবং পোস্টাল হাইওয়ে। আমরা WWF-Nepal থেকে এই LI বৈশিষ্ট্যগুলির রুট সংক্রান্ত স্থানিক তথ্য পেয়েছি। এই প্রতিবেদন লেখার সময় রুটগুলির ব্যাপারে উপলভ্য সেরা তথ্যই ব্যবহার করা হয়েছে, কিন্তু প্রস্তাবিত নতুন নির্মাণের কিছু অংশের জন্য রুট অ্যালাইনমেন্ট এখনও চূড়ান্ত করা হচ্ছে (যেমন, প্রস্তাবিত পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়ের একটি অংশ যা চিতওয়ান ন্যাশনাল পার্কের উত্তরে নতুন করে করা হয়েছে), আর এজন্য প্রস্তাবিত নতুন রুটগুলিকে আনুমানিক হিসেবে বিবেচনা করা উচিত। LI রুটগুলির কিছু অংশ ইতোমধ্যে তৈরি বা আপগ্রেড করা হয়েছে, কিন্তু এই অংশগুলি চিহ্নিত করার জন্য আমাদের কাছে নির্ভরযোগ্য তথ্যের অভাব ছিল, তাই আমরা আমাদের বিশ্লেষণে সকল রুটগুলির সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য অন্তর্ভুক্ত করার সিদ্ধান্ত নিয়েছি যাতে সকল সম্ভাব্য হুমকি বিবেচনা করা যায়। আমরা প্রতিটি LI বৈশিষ্ট্যের দৈর্ঘ্য গণনা করেছি যাতে বাঘ সংরক্ষণের অগ্রাধিকারমূলক প্রতিটি এলাকাকে (PA, বাফার জোন, করিডোর, বা উচ্চ বাঘের ঘনত্ব এলাকা) যে বৈশিষ্ট্যগুলি ছেদ করে তা দ্বারা সৃষ্ট হুমকির একটি আনুমানিক চিত্র পাওয়া যায়। আমরা ছেদ করার এই জায়গাগুলিকে ম্যাপ করেছি যাতে সেই জায়গাগুলিকে তুলে ধরা যায় যেখানে বাঘের উপর প্রভাব সবচেয়ে মারাত্মক হবে বলে আশা করা হচ্ছে যদি নতুন নির্মাণ এবং LI আপগ্রেডের কাজকে পরিকল্পনা অনুযায়ী এবং পর্যাপ্ত মিটিগেশন ব্যবস্থা ছাড়াই এগিয়ে নেওয়া হয়।

ফলাফল

প্রস্তাবিত LI রুটগুলির 400 কিলোমিটারেরও বেশি বাঘ সংরক্ষণের জন্য অগ্রাধিকারমূলক অঞ্চলকে ছেদ করে এবং যদি এই স্থানে নতুন নির্মাণ বা আপগ্রেডের কাজ করা হয় তবে বাঘের জনসংখ্যাকে তা নেতিবাচকভাবে প্রভাবিত করতে পারে (টেবিল।0 ,চিত্র।2)। মহেন্দ্র হাইওয়ে হল সেই LI বৈশিষ্ট্য যার বাঘ সংরক্ষণের (3।9 কিলোমিটার) অগ্রাধিকারমূলক অঞ্চলের সাথে সর্বাধিক দৈর্ঘ্যের ছেদ রয়েছে, যদিও পোস্টাল হাইওয়ে (270 কিলোমিটার) এবং পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়েও (2।5 কিলোমিটার) অগ্রাধিকারমূলক অঞ্চলকে ছেদ করে।

LI বৈশিষ্ট্যগুলি যেন সাধারণত PA-কে এড়িয়ে যেতে পারে এমনভাবে রুট করা হয়ে থাকে, কিন্তু এমন কিছু এলাকা আছে যেখানে এগুলি PA-কে ছেদ করে: পোস্টাল হাইওয়ে পশ্চিম চিতওয়ান ন্যাশনাল পার্কের মধ্য দিয়ে যায়; মহেন্দ্র হাইওয়ে পশ্চিম বারদিয়া ন্যাশনাল পার্ক এবং পারসা ন্যাশনাল পার্কের মধ্য দিয়ে যায়; এবং পোস্টাল হাইওয়ে, মহেন্দ্র হাইওয়ে, এবং পূর্ব-পশ্চিম রেলপথ সবই শুক্লাফান্তা ন্যাশনাল পার্কের মধ্য দিয়ে যায়।

প্রস্তাবিত LI উন্নয়ন থেকে সম্ভাব্য প্রভাবের অধিকাংশ এলাকা PA এবং উচ্চ বাঘ ঘনত্বের অঞ্চলের বাইরে, তবে সেগুলি বাফার জোন এবং বনভূমি করিডোরের মধ্যে পড়েছে। LI বৈশিষ্ট্যগুলি সাধারণত বাঘের ঘনত্বের সর্বাধিক এলাকাগুলি এড়িয়ে যায়, তবে দুটি উল্লেখযোগ্য ব্যতিক্রম রয়েছে: মহেন্দ্র হাইওয়ে উত্তর-পশ্চিম বারদিয়া ন্যাশনাল পার্কের একটি উচ্চ-ঘনত্বের এলাকার মধ্য দিয়ে যায় এবং পোস্টাল হাইওয়ে দক্ষিণ চিতওয়ান ন্যাশনাল পার্কের বেশ কয়েকটি উচ্চ-ঘনত্বের অঞ্চলকে ছেদ করে।

PA-এর আশেপাশের বাফার জোন কমপক্ষে একটি LI বৈশিষ্ট্য দ্বারা ছেদিত হয় এবং অনেক ক্ষেত্রে একাধিক বৈশিষ্ট্যও ছেদ করতে পারে। শুক্লাফান্তা ন্যাশনাল পার্কের আশেপাশের বাফার জোন মহেন্দ্র হাইওয়ে, পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়ে এবং পোস্টাল হাইওয়ে দ্বারা ছেদিত। বানকে-বারদিয়া অঞ্চলের বাফার জোনটি মহেন্দ্র হাইওয়ে দ্বারা এবং কিছুটা হলেও পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়ে এবং পোস্টাল হাইওয়ে দ্বারা

বাইরের প্রান্তে ছেদিত হয়েছে। চিতওয়ান-পারসা অঞ্চলের বাফার জোনটি পোস্টাল হাইওয়ে দ্বারা এবং কিছুটা হলেও পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়ে এবং মহেন্দ্র হাইওয়ে দ্বারা বাইরের প্রান্তে ছেদিত হয়েছে।

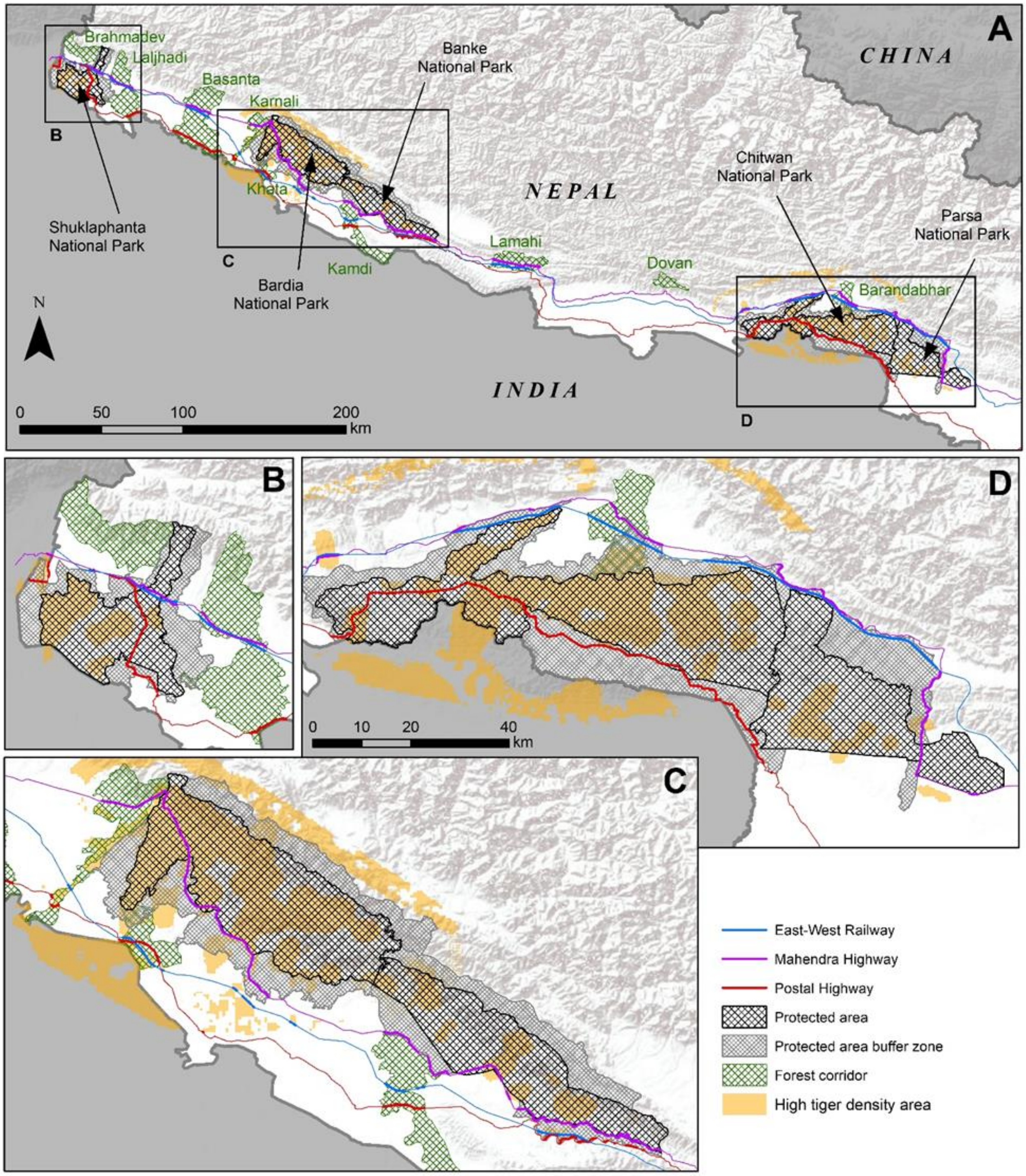
সম্ভবত প্রস্তাবিত LI -এর সবচেয়ে মারাত্মক সম্ভাব্য প্রভাব হল নেপাল এবং ভারতের PA -কে সংযুক্ত করা নয়টি বনাঞ্চলীয় করিডোর। তিনটি LI বৈশিষ্ট্য দ্বারাই কর্ণালী, বসন্ত এবং লালঝাদি করিডোরের প্রত্যেকটি ছেদিত হয়েছে। খাতা, লামাহী, বারান্দাভার এবং কামদি করিডোর দুটি LI বৈশিষ্ট্য দ্বারা ছেদিত, কামদি করিডোরের সীমান্ত ঘেঁষে তৃতীয় একটি LI বৈশিষ্ট্য চলে গেছে। শুধুমাত্র ব্রহ্মদেব এবং দোভান করিডোরগুলি LI বৈশিষ্ট্যগুলি দ্বারা ছেদিত হয়নি।

টেবিল।0 : তেরাই আর্কে বাঘ সংরক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ এলাকাকে ছেদ করে এমন প্রস্তাবিত/নির্মাণাধীন সড়ক ও রেলপথের দৈর্ঘ্য (কিমি)

টেবিল ।0: তেরাই আর্কে বাঘ সংরক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ এলাকাকে ছেদ করে এমন প্রস্তাবিত/নির্মাণাধীন সড়ক ও রেলপথের দৈর্ঘ্য (কিমি)

		বাঘ সংরক্ষণের জন্য অগ্রাধিকারমূলক এলাকা				
		সুরক্ষিত এলাকাসমূহ	বাফার জোন	বনাঞ্চলীয় করিডোর	উচ্চ বাঘ ঘনত্বের এলাকা	সকল অগ্রাধিকারমূলক এলাকা [1]
লিনিয়ার অবকাঠামো বৈশিষ্ট্য	পূর্ব-পশ্চিম রেলপথ	4.5	106.3	83.0	21.6	215.4
	মাহেন্দ্র হাইওয়ে	58.2	119.6	93.0	48.3	319.1
	পোস্টাল হাইওয়ে	67.3	100.1	64.5	37.7	269.5
	সকল বৈশিষ্ট্য	130.0	326.0	240.5	107.6	804.1

[1] সকল অগ্রাধিকারমূলক অঞ্চলের সম্মিলিত দৈর্ঘ্য নির্দিষ্ট অগ্রাধিকার্মূলক অঞ্চলের দৈর্ঘ্যের সমষ্টি থেকে কম কারণ কিছু কিছু স্থান (যেমন, সুরক্ষিত এলাকা এবং উচ্চ বাঘের ঘনত্বের এলাকা) একে অপরের সাথে ওভারল্যাপ করে থাকে



চিত্র।2 : বাঘ সংরক্ষণের জন্য প্রস্তাবিত LI রুট এবং অগ্রাধিকারমূলক এলাকার মধ্যে ছেদ। LI রুটগুলির যে অংশগুলি সংরক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ অঞ্চলকে ছেদ করে তা মোটা লাইন দিয়ে দেখানো হয়েছে। (A) সকল সুরক্ষিত এলাকা, বাফার জোন, বনাঞ্চলীয় করিডোর এবং উচ্চ বাঘ ঘনত্বের এলাকা সহ সম্পূর্ণ স্টাডি এলাকা; (খ) শুক্লাফান্তা ন্যাশনাল পার্কের আশপাশের এলাকা; (গ) বানকে-বারদিয়া অঞ্চলের আশপাশের এলাকা; এবং (D) চিতওয়ান-পারসা অঞ্চলের আশপাশের এলাকা।

আলোচনা

আমাদের বিশ্লেষণ থেকে জানা যায় যে, সড়ক ও রেল নির্মাণ বা আপগ্রেড নেপালের বাঘের সাব-পপুলেশন এবং TAL- এ থাকা সীমান্তবর্তী মেটাপপুলেশনের জন্য হুমকি হতে পারে। PA- এর মধ্যে প্রভাব অপেক্ষাকৃত ছোট হতে পারে, কিন্তু বাফার জোন এবং বনভূমি করিডোরে LI উন্নয়নের প্রভাব যথেষ্ট হবে বলে আশা করা হচ্ছে। এই কম সুরক্ষিত অঞ্চলগুলি সাব-পপুলেশনের জন্য গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থলের সংযোগ হিসেবে কাজ করে, এবং নতুন LI রুট নির্মাণের মাধ্যমে বা বিদ্যমান LI রুটগুলির উন্নয়নের মাধ্যমে তা বিচ্ছিন্ন হয়ে গেলে মেটাপপুলেশনের সাথে সংযোগ হ্রাস পেতে পারে যা ট্রাফিকের পরিমাণ বৃদ্ধি এবং বাঘের জন্য একটি শক্তিশালী প্রতিবন্ধতা সৃষ্টি করবে। বাঘের পরিসরের অন্যান্য অংশে সংযোগ হারানোর ফলে জেনেটিক বৈচিত্র্য হ্রাস ও বিলুপ্তির ঝুঁকি বৃদ্ধি পেয়েছে, এবং TAL- এ অপর্যাপ্ত মিটিগেশন ব্যবস্থা সম্পন্ন LI উন্নয়ন অবস্থার অবনতি ঘটাতে পারে, যা সাম্প্রতিক দশকে বাঘ সংরক্ষণের সাফল্যকে হ্রাস করতে পারে।(Carter et al., 2020; DNPWC, 2016) ।

সম্মিলিত প্রভাব নেপালেও উদ্বেগের বিষয়, যেখানে মানুষের জনসংখ্যা বাড়ছে এবং স্থানীয় অর্থনীতির উন্নয়নের জন্য LI প্রকল্পগুলিও বৃদ্ধি পাচ্ছে(ADB, 2018b; NEFEJ, 2020) । নতুন বা আপগ্রেড করা LI দ্বারা বিভক্ত হবে এমন কিছু বনাঞ্চলীয় করিডোর ইতোমধ্যে মানুষের বাড়তে থাকা কর্মকান্ডের জন্য বিভক্ত হয়ে গেছে। শুক্লাফান্তা ন্যাশনাল পার্ক এবং বারদিয়া ন্যাশনাল পার্কের মধ্যে বসন্ত ও লালঝাদি করিডোরের আশপাশে মানব বসতির বৃদ্ধি বাঘের জন্য তাদের সংযোগের মাত্রা কমিয়ে দিয়েছে(Chanchani et al., 2014; Thapa et al., 2017) , এবং এই করিডোরগুলির মধ্য দিয়ে প্রস্তাবিত মহেন্দ্র হাইওয়ে এবং পূর্ব-পশ্চিম রেলপথের ফলে এগুলি বাঘ চলাচলের জন্য সম্পূর্ণরূপে অকার্যকর হয়ে যেতে পারে যদি ভালোভাবে কোনো মিটিগেশন ব্যবস্থা গ্রহণ না করা হয়। নেপালকে একাধিক LI প্রকল্প এবং মানুষের উন্নয়নের ক্রমবর্ধমান প্রভাবগুলি বিবেচনা করতে হবে যেখানে প্রকল্পগুলিকে একক এবং বিচ্ছিন্ন হিসেবে বিবেচনা না করে একটি সমন্বিত পদ্ধতি ব্যবহার করে মিটিগেশন ব্যবস্থা গ্রহণের পরিকল্পনা করা হবে। অবকাঠামো-উন্নয়নের ওভারল্যাপিংয়ের একটি উদাহরণ হল পূর্ব পারসা ন্যাশনাল পার্ক, যেখানে মহেন্দ্র হাইওয়ে, পূর্ব-পশ্চিম রেলপথ, ভারত-নেপাল তেল পাইপলাইন, একটি উচ্চ-ভোল্টেজের বিদ্যুৎ লাইন এবং একটি নতুন বিমানবন্দর (সিমারা) বর্তমানে প্রস্তাবিত বা নির্মাণ করা হয়েছে । এই প্রকল্পগুলি কার্যকরভাবে পূর্ব TAL- এর প্রধান বন্যপ্রাণী জনসংখ্যার জন্য আঞ্চলিক স্কেলের ল্যান্ডস্কেপের মধ্যকার সংযোগ বিচ্ছিন্ন করবে।

আমরা প্রস্তাবিত LI রুট এবং বাঘ সংরক্ষণ অগ্রাধিকারের এলাকার মধ্যে সরাসরি সংযোগস্থলের স্থানগুলি বিবেচনা করেছি, কিন্তু সড়ক এবং রেলগুলির প্রভাব ভৌত সীমানার বাইরেও বিস্তৃত হতে পারে। নতুন এবং আপগ্রেড করা LI রুটগুলি থেকে সৃষ্ট উন্নত অ্যাক্সেসের ফলে মানুষের বসতি, প্রাকৃতিক সম্পদের ব্যবহার, প্রাণী শিকারের চাপ এবং এই রুটগুলিতে অন্যান্য সড়কের উন্নয়ন ত্বরান্বিত করতে পারে। আমাদের বিশ্লেষণে শুধু TAL- এর নেপালি দিকের LI উন্নয়নের উপর দৃষ্টিপাত করা হয়েছে, কিন্তু ভারতীয় দিকের উন্নয়নও একটি উল্লেখযোগ্য হুমকি তৈরি করেছে(Biswas et al., 2020) । উদাহরণস্বরূপ, ভারত কর্তৃক নির্মিত শশাস্ত্র সেমা বাল রোড 558 কিলোমিটার পর্যন্ত ভারত-নেপাল সীমান্ত বরাবর চলবে এবং উভয় দিকের সুরক্ষিত এলাকাগুলিকে সংযুক্ত করে একাধিক করিডোরকে দ্বিখণ্ডিত করবে।

নেপালের চতুর্থ বড় LI প্রকল্প, কাঠমান্ডু-তেরাই ফাস্ট ট্র্যাক আমাদের বিশ্লেষণ থেকে বাদ দেওয়া হয়েছে কারণ এটি বাঘ সংরক্ষণ অগ্রাধিকার ক্ষেত্রকে ছেদ করে না, কিন্তু এটি বাঘ এবং হাতির জনসংখ্যাকে প্রভাবিত করতে পারে। এই 74 কিলোমিটার হাইওয়ে পারসা ন্যাশনাল পার্কের পূর্ব সীমান্তের কাছে উত্তর-দক্ষিণ দিক দিয়ে চলবে এবং TAL-এর পূর্ব দিকে চিতওয়ান-পারসা কমপ্লেক্স এবং বন্যপ্রাণীর আবাসস্থলের মধ্যে চলাচল সীমিত করে দিতে পারে। ফাস্ট ট্র্যাক রুটের ট্র্যাক অপেনিং বা প্রাথমিক নির্মাণ প্রায় 40 শতাংশ হয়ে গেছে, কিন্তু কোন রুট এখনো পাকা করা হয়নি।

TAL-এর জন্যে করা নেপালের Strategy and Action Plan 2015-2025-এ PA এবং করিডোরে নতুন LI স্থাপনা এড়িয়ে যাওয়ার আহ্বান; PA, বাফার জোন এবং করিডোরের মধ্যে LI- এর সংরক্ষণ-বান্ধব নকশা এবং পরিচালনা নিশ্চিত করা; এবং পরিবেশগত বিশ্লেষণগুলির উচ্চমানে এবং মিটিগেশন ব্যবস্থাগুলির চিহ্নিতকরণ নিশ্চিত করার কথা বলা হয়েছে। । কিছু পদক্ষেপ ইতোমধ্যে নেওয়া হয়েছে। উদাহরণস্বরূপ, প্রস্তাবিত পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়ের একটি অংশ PAগুলিকে বাইপাস করার জন্য এবং উচ্চ বাঘ ঘনত্বের এলাকায় প্রভাব এড়াতে চিতওয়ান-পারসা কমপ্লেক্সের উত্তরে নতুন করে আবার রুট ঠিক করা হয়েছিল। পুনরায় অ্যালাইন করা রেলওয়ে বাঘের জন্য হুমকি তৈরি করে কারণ এটি এখন বারান্দাভার বনভূমি করিডোরকে বিভক্ত করে, যা চিতওয়ান-পারসা কমপ্লেক্সের নিম্নভূমিতে থাকা বন্যপ্রাণীর আবাসস্থল এবং উত্তরে মহাভারত রেঞ্জের পাদদেশে উঁচু আবাসস্থলের মধ্যে একটি গুরুত্বপূর্ণ সংযোগ হিসেবে কাজ করে।(Aryal et al., 2012) । সুতরাং, PA-গুলি এড়ানোর বিষয়টি প্রশংসনীয় হলেও যথাযথ মিটিগেশন পরিকল্পনার জন্য সড়ক এবং রেলওয়ে প্রকল্পগুলির মধ্যে সমন্বয় করতে হবে যাতে ক্রমবর্ধমান প্রভাব কমিয়ে আনা যায় এবং বাঘের করিডোরগুলিকে কার্যকর রাখা যায় তা নিশ্চিত করতে হবে।

নেপাল সম্প্রতি হাইওয়ে প্রকল্পে বন্যপ্রাণী ক্রসিং কাঠামো অন্তর্ভুক্ত করা শুরু করেছে এবং বন্যপ্রাণী-বান্ধব LI-এর জন্য সর্বোত্তম পদ্ধতির একটি ম্যানুয়াল তৈরি করতে শুরু করেছে, যার মধ্যে রয়েছে সেচের জন্য খাল, বিদ্যুৎ লাইন এবং পরিবহন অবকাঠামো (নেপালের Ministry of Forest and Environment দ্বারা এখন তা প্রস্তুতির পর্যায়ে আছে)। চিতওয়ান ন্যাশনাল পার্ক থেকে বাঘের উত্তর-দক্ষিণ চলাচলের সুবিধার্থে নারায়ণঘাট-মুগলিন মহাসড়কের বারান্দাভার আবাসস্থলের মধ্যে নেপালের প্রথম বন্যপ্রাণীর জন্য আন্ডারপাস তৈরি করা হয়েছে। ক্যামেরা ট্র্যাপিং জরিপে ।5 টি স্তন্যপায়ী প্রজাতি (প্রাথমিকভাবে বুনো শুকর এবং সাধারণ চিতা) এবং চারটি পাখির প্রজাতিকে ক্রসিং ব্যবহার করতে দেখা গেছে যা নথিভুক্ত করা হয়েছে(Poudel et al., 2020; WWF, 2019) । এই গবেষণার নমুনার সংগ্রহের সময়ের বাইরে বাঘ এবং ক্ষুরযুক্ত প্রাণীকে (সাম্বার, মায়া হরিণ) আন্ডারপাস ব্যবহার করতে দেখা গেছে।

নতুন Asian Development Bank (ADB) গাইডলাইনে সকল ক্যাটাগরি এ প্রকল্পে বন্যপ্রাণীর ক্রসিং কাঠামো সহ পরিবেশগত সুরক্ষা ব্যবস্থা প্রয়োজন, যার মধ্যে রয়েছে মহেন্দ্র হাইওয়ে এবং পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়ে। এই দুটি LI বৈশিষ্ট্য চিতওয়ান-পারসা কমপ্লেক্সের উত্তর সীমান্ত বরাবর খুব কাছ দিয়ে অতিক্রম করে যাবে। মহেন্দ্র হাইওয়ের ।।5 কিলোমিটার নারায়ণঘাট-বুটওয়াল অংশটি বর্তমানে দুই থেকে চার লেনে উন্নীত করা হচ্ছে এবং সেখানে বন্যপ্রাণীর জন্য ।।2টি আন্ডারপাস এবং দুটি 50 মিটার প্রশস্ত ওভারপাস সংক্রান্ত একটি মিটিগেশন কৌশল নেওয়া হয়েছে(Karki, 2020) । পূর্ব দিকে নারায়ণঘাট, হেতাউদা এবং পাথলাইয়াকে (।08-কিলোমিটারের একটি অংশ) সংযুক্ত করার মধ্য দিয়ে ADB-অর্থায়িত আপগ্রেডটি 2022 সালে একই ধরনের বন্যপ্রাণী ক্রসিংয়ের কৌশল বাস্তবায়ন করবে(Clevenger et al., 2020) । এই নতুন সুরক্ষার কৌশলটি জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের জন্য আরও বিশদ পদ্ধতির উন্নয়নের লক্ষ্যে নেপাল সরকার এবং ADB-এর যৌথ প্রতিশ্রুতির প্রতিফলন ঘটায়। পূর্ব-পশ্চিম রেলপথের জন্য বন্যপ্রাণী ক্রসিং কাঠামোও পরিকল্পনা করা হচ্ছে যে রেলপথটি চিতওয়ান-পারসা কমপ্লেক্স (কার্মা ইয়ানজোম, ADB ম্যানিলা, ফিলিপাইন, ব্যক্তিগত যোগাযোগের মাধ্যমে পাওয়া) এবং বারদিয়ার মহেন্দ্র হাইওয়ে এবং বানকে ন্যাশনাল পার্কের পাশ দিয়ে চলবে।

বাঘ এবং অন্যান্য বন্যপ্রাণী সংরক্ষণের জন্য নেপালের PA গুরুত্বপূর্ণ কারণ এগুলি সোর্স পপুলেশনকে ধারণ করে থাকে যা দেশের অভ্যন্তরে বৃহত্তর এবং সীমান্তের ল্যান্ডস্কেপে ছড়িয়ে পড়ার মাধ্যমে জনসংখ্যাকে উজ্জীবিত করতে পারে(Carter et al., 2020) । তবে, নেপাল বর্তমানে ব্যাপক LI উন্নয়নের দিকে এগিয়ে যাচ্ছে, এবং দেশটির উন্নয়ন মডেল এবং সংরক্ষণের প্রতিশ্রুতির মধ্যে একটি সুষম ভারসাম্য বজায় রাখা একটি চ্যালেঞ্জ। নেপালে বন্যপ্রাণী ক্রসিংয়ের কঠোর পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে সেগুলো প্রাণীরা কীভাবে ব্যবহার করছে সেই সম্পর্কে গুরুত্বপূর্ণ তথ্য পাওয়া যাবে এবং LI প্রকল্প দ্বারা প্রভাবিত বাঘ এবং অন্যান্য প্রজাতির চলাচলকে সহজতর করতে নির্দিষ্ট ডিজাইন সম্পর্কে ধারণা পেতে

সাহায্য করবে।। চলমান এবং ভবিষ্যতের LI উন্নয়নের জন্য সঠিকভাবে সুরক্ষার পরিকল্পনা করার জন্য স্থানীয় এবং আঞ্চলিক স্কেলে বাঘের চলাচল এবং উৎস এবং ডোবা এলাকাগুলি সম্পর্কে ধারণা থাকতে হবে। এই বিশ্বব্যাপী গুরুত্বপূর্ণ ভূখণ্ডে বাঘের আবাসস্থল এবং জেনেটিক সংযোগ এবং দীর্ঘমেয়াদী স্থায়িত্ব নিশ্চিত করার জন্য ভারত এবং নেপালের মধ্যে সীমান্ত সহযোগিতার প্রয়োজন হবে।

অবদানসমূহ

WWF-Nepal স্থানিক তথ্য সরবরাহ করেছে এবং এই প্রতিবেদনের উন্নয়নে অবদান রেখেছে। টাইলার ক্রিচ (CLLC) স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনা করে প্রতিবেদনটির খসড়া তৈরি করেছেন। রব অ্যামেন্ট (CLLC/WTI), টনি ক্লিভেঞ্জার (WTI), এবং গ্রেস স্টোনসাইফারও (CLLC) এই প্রতিবেদন তৈরিতে অবদান রেখেছেন।

বিশ্লেষণ 3: ভারতের আসামে ন্যাশনাল হাইওয়ে 37 সম্প্রসারণের ফলে বন্যপ্রাণীর উপর প্রভাব হ্রাস করা

ন্যাশনাল হাইওয়ে 37 (NH-37) উত্তর-পূর্ব আসামকে ভারতের বাকি অংশের সাথে সংযুক্ত করে যেখানে প্রতিদিন গড়ে 5,500 যানবাহন চলাচল করে।(Menon et al., 2017) । 60 কিমি পর্যন্ত NH-37 কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের দক্ষিণ সীমান্তে প্রসারিত হয়েছে যেটি ভারতের অন্যতম জীববৈচিত্র্যপূর্ণ এবং গুরুত্বপূর্ণ একটি PA। কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কে বেঙ্গল বাঘ, এশিয়ান হাতি এবং বিশ্বের এক তৃতীয়াংশ এক শিং-ওয়ালা গণ্ডারের পাশাপাশি ছোট স্তন্যপায়ী, সরীসৃপ, উভচর এবং পাখির বসবাস রয়েছে। কাজিরাঙ্গা জাতীয় উদ্যানের উত্তরে রয়েছে ব্রহ্মপুত্র নদী, যা প্রতি বর্ষা মৌসুমে (জুন -সেপ্টেম্বর) পার্ককে প্লাবিত করে। বৃষ্টি শুরু হওয়ার সাথে সাথে, অনেক প্রাণী দক্ষিণে কার্বি-আংলং জেলার উঁচু পাহাড়ে যাওয়ার জন্য NH-37 অতিক্রম করতে বাধ্য হয়, যার ফলে বন্যপ্রাণীরা যানবাহনের সাথে সংঘর্ষ হওয়ার ঝুঁকির মধ্যে রয়েছে। বেশ কয়েকটি বন্যপ্রাণী করিডোর এই দুটি অঞ্চলকে সংযুক্ত করে, যার মধ্যে আছে হাতির ব্যবহার করা চারটি করিডোর(Menon et al., 2017) এবং কমপক্ষে একটি করিডোর যা বাঘ, চিতাবাঘ এবং এশিয়াটিক সোনালি বিড়ালের মত বিচিত্র প্রজাতির প্রাণীরা ব্যবহার করে থাকে(Lalthanpuia et al., 2014) । এই করিডোরগুলির মধ্যে অনেকগুলি চা বাগান, গ্রাম, ধানক্ষেত, এবং সেগুন গাছের বাগানের মধ্যে পড়েছে যা NH-37-এর সীমান্তে অবস্থিত, এর ফলে পশুদের করিডোর হিসেবে ব্যবহারের জন্য প্রাকৃতিক বনের কেবল সরু স্ট্রিপগুলিই বাকি থেকে যায়(Das et al., 2007) ; কিছু কিছু ক্ষেত্রে চাষাবাদের জমিও করিডোরের অংশ(Menon et al., 2017) । সাম্প্রতিক সময়ে কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের পাশে থাকা NH-37 সড়কে প্রাণী হত্যার তথ্য নিয়মতান্ত্রিকভাবে সংগ্রহ করা শুরু হয়েছে , তবে অ্যানেকডোটাল রিপোর্টে দেখা যায় যে বছরে 200টিরও বেশি প্রাণী সেখানে মারা যায় এবং সম্ভবত বাস্তবে এই সংখ্যা আরও বেশি হবে। হাতির করিডোরের কাছে যানবাহনকে ধীরগতির করার জন্য সাইন, স্ট্রিপিং এবং রাম্বল স্ট্রিপ সহ বন্যপ্রাণীর মৃত্যু রোধে কিছু মিটিগেশন ব্যবস্থা নেওয়া হয়েছে।

NH-37 এর কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের অংশটি দুই থেকে চার লেনে উন্নীত করার ফলে বন্যপ্রাণীর উপর অতিরিক্ত চাপ সৃষ্টি হয়েছে, এই প্রকল্পটি ভারতের Special Accelerated Road Development Programme for North-East-এর আওতায় National Highway Authority of India (NHAI) দ্বারা প্রস্তাব করা হয়েছে। NH-37 এর এই অংশ, যাকে এশিয়ান হাইওয়ে 1ও বলা হয়, এটি আন্তর্জাতিক এশিয়ান হাইওয়ে নেটওয়ার্কের অংশ, যা এশিয়া মহাদেশ জুড়ে 140,000 কিমি মহাসড়ক গড়ে তোলার একটি সমন্বিত প্রচেষ্টা। যদিও এই নেটওয়ার্কের বিকাশ মালবাহী যান এবং মানুষের চলাচলকে সহজতর করবে, NH-37-এর এই আপগ্রেডটি তিনটি উপায়ে বন্যপ্রাণীর উপর বিরূপ প্রভাব তৈরি করতে পারে। প্রথমত, একটি বড় সড়ক সম্ভবত ট্রাফিক ভলিউম এবং ট্রাফিকের গতি বাড়িয়ে তুলবে কারণ চালকরা পূর্ব আসাম থেকে ভারতের বাকি অংশে যাতায়াত করবে, বন্যপ্রাণী-যানবাহনের সংঘর্ষের সম্ভাবনা বাড়বে। দ্বিতীয়ত, উচ্চতর ট্রাফিক ভলিউম কিছু প্রজাতির জন্য সড়ক পার হওয়ার ক্ষেত্রে বাধা হয়ে উঠতে পারে, যার ফলে এগুলি কম উপযুক্ত বা সম্ভবত অনুপযুক্ত স্থানে আটকে থাকতে পারে, বিশেষ করে বর্ষাকালে। পরিশেষে, বর্ধিত

সড়কের প্রস্থের মাধ্যমে কয়েকটি মিটিগেশন ব্যবস্থাকে কম কার্যকর করে তুলতে পারে, যেমন হাতির করিডোরের ক্রসিংগুলি।

সড়কটি সম্প্রসারিত হওয়ার সাথে সাথে বন্যপ্রাণীর উপর প্রভাব কমাতে অতিরিক্ত মিটিগেশন ব্যবস্থা চালু করার সুযোগ রয়েছে। এই ব্যবস্থাগুলি কার্যকর হওয়ার জন্য বন্যপ্রাণী-যানবাহন সংঘর্ষের হটস্পট এবং বন্যপ্রাণী পারাপারের অবস্থানের নির্মাণ কাজের পূর্বে তথ্য যেমন, কোন ধরনের মিটিগেশন ব্যবস্থা বাস্তবায়ন করতে হবে এবং কোথায় করতে হবে তা জানা প্রয়োজন। সৌভাগ্যবশত, Aaranyak নামের আসামের গুয়াহাটি ভিত্তিক বন্যপ্রাণীর জন্য কাজ করা একটি NGO 2018 থেকে 2020 সাল পর্যন্ত NH-37 এর কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্ক অংশে সড়কে বন্যপ্রাণীর হত্যা এবং লাইভ ক্রসিংয়ের তথ্য সংগ্রহ করেছে। এই কাজটি U.S Fish and Wildlife Service-এর অর্থায়নে WTI- এর সাথে অংশীদারিত্বের মাধ্যমে পরিচালিত হয়েছে। এখানে, কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের কাছে বন্যপ্রাণীর উপর NH-37-এর সম্ভাব্য প্রভাবগুলি বোঝার জন্য আমরা সড়কে প্রাণী হত্যা এবং লাইভ ক্রসিংগুলির স্থানিক হটস্পটের বিশ্লেষণ পরিচালনা করতে এই তথ্য ব্যবহার করেছি।

পদ্ধতি

NH-37 এর কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্ক অংশে গাড়ি চালিয়ে করে নভেম্বর 2018 থেকে মার্চ 2020 পর্যন্ত প্রতি দুই থেকে চার দিন পর পর সড়কে প্রাণী হত্যা এবং লাইভ ক্রসিংয়ের তথ্য সংগ্রহ করা হয়েছে। মোটরবাইকে করে একজন ব্যক্তিকে দিয়ে কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের দৈর্ঘ্য ড্রাইভ করে উভয় দিক থেকে ROaDS নামক মোবাইল ডিভাইস অ্যাপ্লিকেশন ব্যবহার করে জরিপের তথ্য সংগ্রহ করা হয়([Roadkill Observation and Data Systems], Ament et al., 2021), যেখানে ইউজারকে পজিশনিং সিস্টেম (জিপিএস) দ্বারা অবস্থান, তারিখ এবং সময় অনুযায়ী প্রাণীর প্রজাতি, প্রাণীর সংখ্যা ও অবস্থা (মৃত, জীবিত অবস্থায় সড়ক পার হয়েছে, সড়কের কাছাকাছি কোথাও জীবিত আছে), চিহ্নিত প্রজাতির মধ্যে আস্থা তৈরি করা, জিও-সিংকড ছবি এবং অন্যান্য তথ্য রেকর্ড করা যায়।

আমরা প্রতিটি ROaDS এন্ট্রিতে নির্দিষ্ট প্রাণী সম্পর্কিত পর্যবেক্ষণের তথ্য আলাদা আলাদা করে রেখেছি, তারপর প্রতিটি পর্যবেক্ষণকে তিনটি প্রধান ক্যাটাগরিতে ভাগ করেছি: (1) বর্ষা (জুন-সেপ্টেম্বর) বনাম শুষ্ক মৌসুম (অক্টোবর-মে), (2) প্রাণীর শ্রেণীবিন্যাসের ধরন (মধ্যম সারির মাংসাশী ও হার্পটাইল-সরীসৃপ ও উভচর প্রাণী) , প্রাইমেট, পাখি, ক্ষুরযুক্ত প্রাণী ও অন্যান্য স্তন্যপায়ী), এবং (3) পর্যবেক্ষণের স্ট্যাটাস (মৃত, জীবিত অবস্থায় সড়ক পার হয়েছে, সড়কের কাছাকাছি কোথাও জীবিত আছে)। এরপরে আমরা উপরের উপ-বিভাগগুলির প্রতিটি পর্যবেক্ষণের জন্য NH-37 এর 60 কিলোমিটার অংশে পরিসংখ্যানগতভাবে উল্লেখযোগ্য স্থানিক গুচ্ছগুলি ("হটস্পট") শনাক্ত করার জন্য বিভিন্ন অপটিমাইজড হটস্পটের বিশ্লেষণ পরিচালনা করেছি। আমরা একাধিক শ্রেণীর (যেমন, ক্ষুরযুক্ত প্রাণীর লাইভ ক্রসিং) পর্যবেক্ষণের মাঝে থাকা হটস্পটগুলি খোঁজার চেষ্টা করেছি। অবশেষে, আমরা Wildlife Trust of India দ্বারা ম্যাপ করা হাতির করিডোরগুলিকে (Menon et al., 2017) লাইভ ক্রসিং বা সড়কের কাছাকাছি হটস্পটের মানচিত্রের সাথে মিলিয়ে দেখেছি এটা দেখার জন্য যে হাতির করিডোরের অবস্থানগুলি পর্যবেক্ষণকৃত ROaDS হটস্পটগুলির সাথে অ্যালাইন করা হয়েছে কিনা।

ফলাফল

আরণ্যক কর্মীরা NH-37 এর কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্ক অংশে বন্যপ্রাণীর তথ্য সংগ্রহ করেছেন নভেম্বর 2018 থেকে মার্চ 2020 পর্যন্ত প্রতি মাসে গড়ে মোট 10 দিন ধরে, যার ফলে জরিপের সময়কাল হয় মোট 162 দিন, যার মধ্যে 41 দিন ছিল বর্ষাকালে এবং 121 দিন ছিল শুষ্ক মৌসুমে। নভেম্বর 2018 থেকে মার্চ 2020 পর্যন্ত 17 মাসের মধ্যে মোট 1,423টি প্রাণীর পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে। এর মধ্যে 582 টি প্রাণী মারা গিয়েছিল, 685 টি সড়কের কাছে জীবিত অবস্থায় ছিল এবং 156 টি সক্রিয়ভাবে সড়ক পার হয়েছিল (টেবিল11)। 157টি এশিয়ান হাতি এবং 79টি এক-শিংওয়ালা গন্ডারের পাশাপাশি ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদেরকেও (708টি) দেখা গেছে। এরপর সবচেয়ে বেশি দেখা গেছে হার্পটাইল-সরীসৃপ ও উভচর প্রাণীদেরকে (303টি) যার মধ্যে ছিল 15টি প্রজাতি যা অন্য প্রাণী প্রজাতির তুলনায় বেশি ছিল। পুরো স্টাডির সময় কোন বড় মাংসাশী প্রাণী, যেমন বেঙ্গল বাঘ, পরিলক্ষিত হয়নি। অক্টোবর 2019 সালে 13 দিনব্যাপী গবেষণায় এক মাসের মধ্যে সর্বোচ্চ মোট প্রাণী (179টি) দেখা গেছে; সবচেয়ে বড় দৈনিক গড় (17টি) নভেম্বর 2018 সালে ঘটেছে, যখন 2 দিনে 34টি প্রাণীকে দেখা গেছে। 2019 সালের জুলাই থেকে নভেম্বর পর্যন্ত গ্রীষ্ম এবং শরতের সময় মৃত প্রাণীর সর্বাধিক সংখ্যা রেকর্ড করা হয়েছিল, যা প্রতিদিন গড়ে 6.4 থেকে 8 টি প্রাণী ছিল। সড়ক অতিক্রমকারী প্রাণীদের সবচেয়ে বেশি পর্যবেক্ষণ 2018 সালের নভেম্বরে করা হয় এবং সড়কের কাছাকাছি সবচেয়ে বেশি সংখ্যক প্রাণী 2018-2019 এর শীতকালে দেখা যায়, যা প্রতিদিন গড়ে 5.3 থেকে 9.7টি প্রাণী ছিল।

টেবিল ।। : প্রতিটি শ্রেণীবিন্যাসে পরিলক্ষিত প্রাণীর সংখ্যা

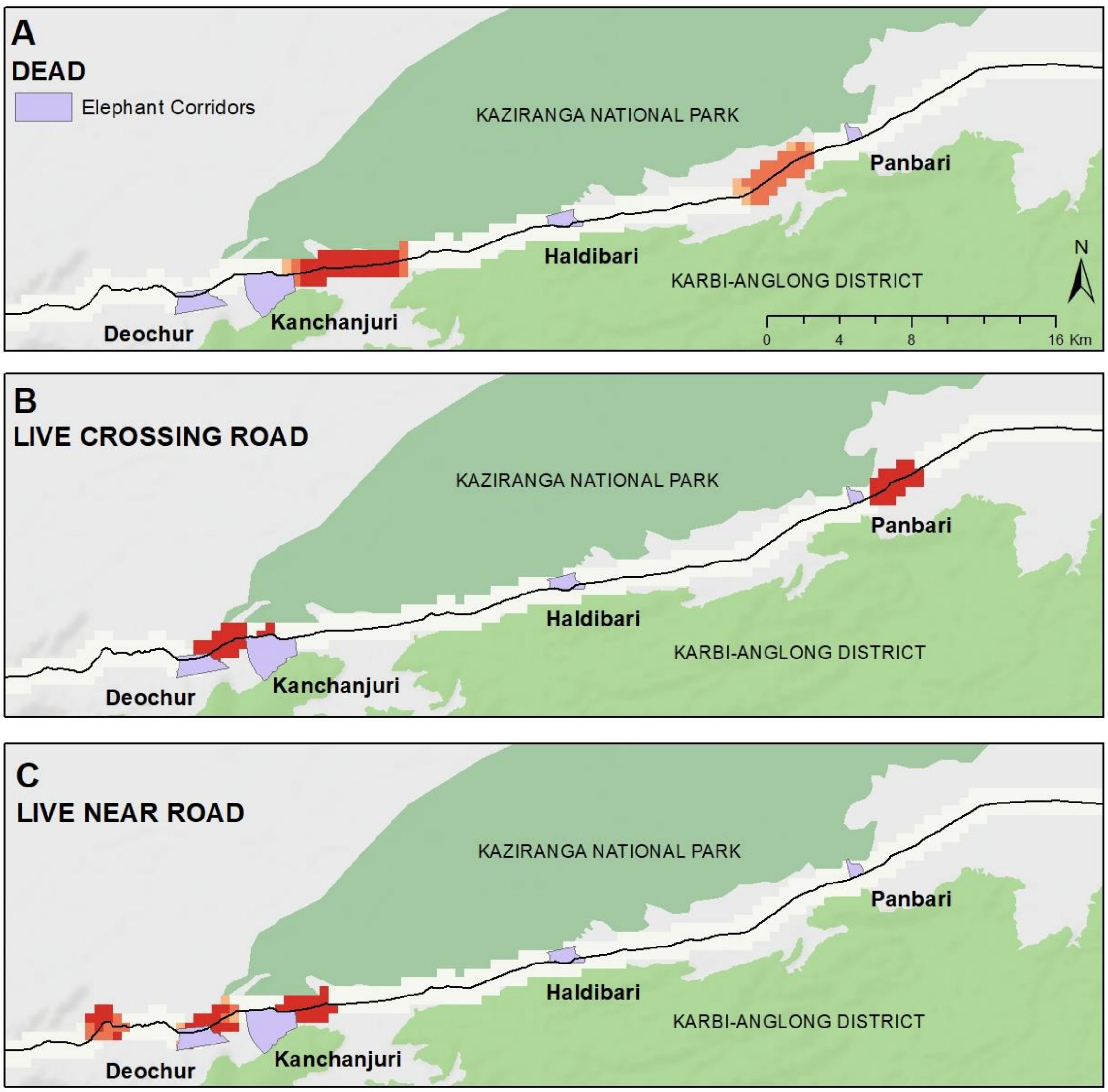
টেবিল ।।: কাজীরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের 60 কিলোমিটার অংশে নভেম্বর 2018 থেকে মার্চ 2020 পর্যন্ত প্রতিটি শ্রেণীবিন্যাস বিভাগে প্রাণীর সংখ্যা পর্যবেক্ষণ করা হয়েছে (মৃত, জীবিত অবস্থায় সড়ক পার হয়েছে, সড়কের কাছাকাছি কোথাও জীবিত আছে)

	মৃত	জীবিত অবস্থায় সড়ক পার হয়েছে	সড়কের কাছাকাছি কোথাও জীবিত আছে	মোট
হার্পটাইল - সরীসৃপ ও উভচর প্রাণী	330	0	0	330
পাখি	195	1	0	196
মধ্যম সারির মাংসাশী প্রাণী	27	0	37	64
প্রাইমেট	3	40	57	100
ক্ষুরযুক্ত প্রাণী	2	115	591	708
অন্যান্য স্তন্যপায়ী	25	0	0	25
মোট	582	156	685	1423

প্রাণীর অবস্থা বেশিরভাগ সময়ে সরাসরি সংশ্লিষ্ট প্রজাতির সাথে সম্পর্কিত ছিল; পর্যবেক্ষণ করা হার্পটাইলের 100 শতাংশ মৃত ছিল, এছাড়াও 99 শতাংশ পাখি এবং অন্যান্য স্তন্যপায়ী প্রাণীদেরকেও মৃত অবস্থায় পাওয়া গেছে। তবে মৃত প্রাইমেটদের খুব কমই দেখা গেছে, 97 শতাংশ হয় সড়ক অতিক্রম করেছে অথবা সড়কের কাছাকাছি কোনো অবস্থানে ছিল। একইভাবে, সড়কের কাছে ক্ষুরযুক্ত প্রাণীর 83 শতাংশকে জীবিত দেখা গেছে, 16 শতাংশ জীবিত অবস্থায় সড়ক পার হয়েছে, এবং মাত্র এক শতাংশ মৃত ছিল। মধ্যম সারির মাংসাশী প্রাণীদের সংখ্যা বিভক্ত ছিল, 42 শতাংশ মৃত এবং 58 শতাংশকে সড়কের আশপাশে জীবিত অবস্থায় দেখা গেছে। বর্ষাকালে কোন প্রাইমেটকে দেখা যায়নি এবং হারপিটাইলদের উপস্থিতির মাত্রায় অসামঞ্জস্যতা লক্ষ্য করা গেছে, বর্ষার বাইরে প্রতি 1.5 দিনের হিসাবের তুলনায় বর্ষায় প্রতিদিন প্রায় 3.5টি হার্পটাইলকে দেখা গেছে। বর্ষাকালে বেশি মৃত প্রাণী দেখা গেছে - বর্ষার বাইরে দৈনিক হিসাব 3-এর তুলনায় বর্ষায় প্রতিদিন গড়ে 5.3টি মৃত প্রাণী দেখা গেছে আর বর্ষার বাইরে অন্য সময়ে বেশি জীবিত প্রাণীদেরকে (ক্রসিং করা অবস্থায় বা সড়কের আশপাশে) দেখা গেছে - বর্ষার দৈনিক হিসাব 3.9-এর তুলনায় বর্ষার বাইরে প্রতিদিন গড়ে 5.6টি প্রাণী দেখা গেছে।

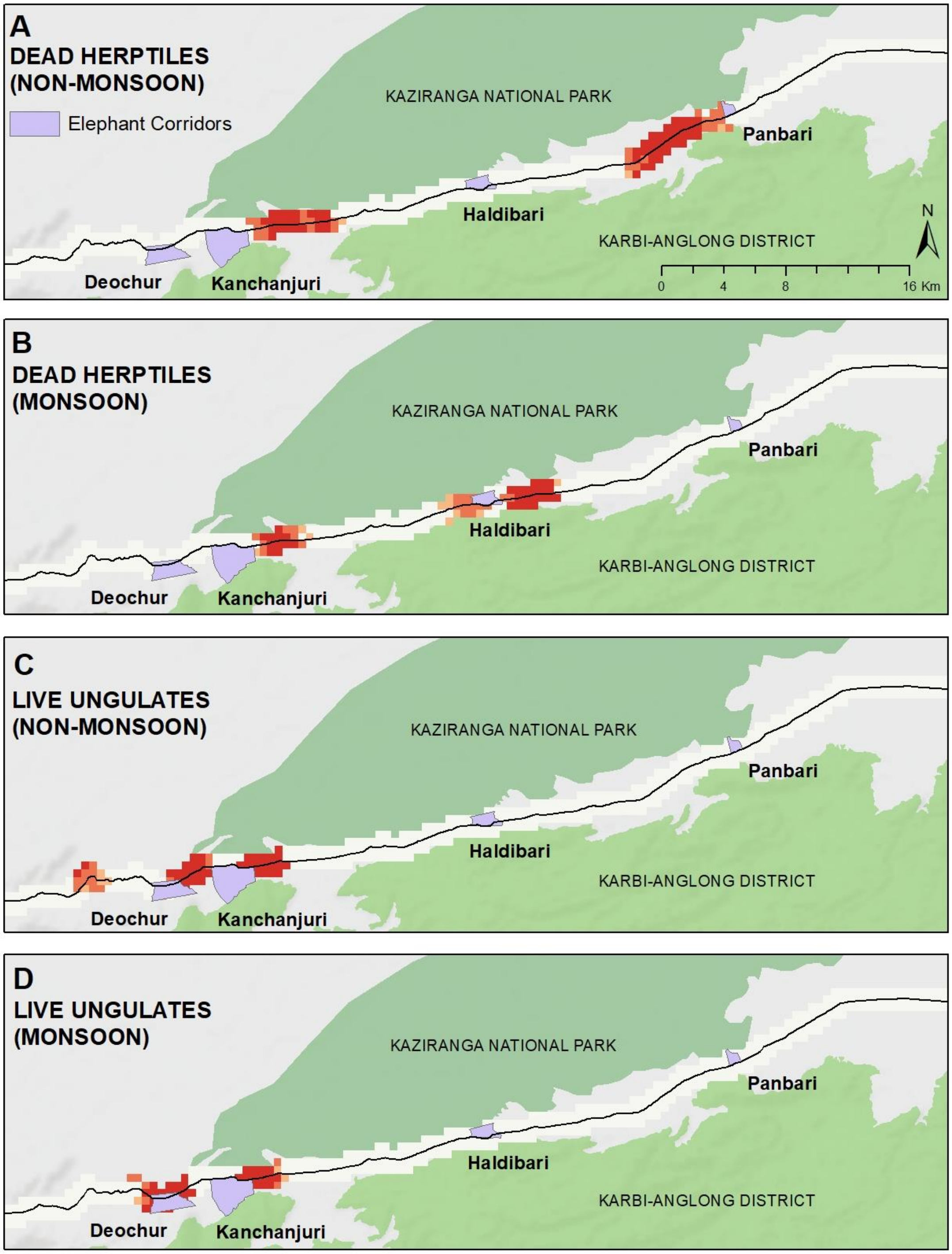
অপটিমাইজড হটস্পট বিশ্লেষণে NH-37 বরাবর বন্যপ্রাণীদের অবস্থা সম্পর্কিত স্থানিক প্যাটার্ন প্রকাশ পেয়েছে। সকল পর্যবেক্ষণ জুড়ে, কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের পশ্চিম প্রান্তের চারপাশে NH-37 এর বিস্তৃত অংশে সর্বাধিক সংখ্যক প্রাণী রেকর্ড করা হয়েছে, যার মধ্যে কাঞ্চনজুরি এবং দেওচুরে হাতির করিডোর অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। সড়কের কাছাকাছি এবং সড়ক পার হওয়া জীবন্ত প্রাণীর হটস্পটগুলিও এই করিডোর এবং তাদের মধ্যবর্তী এলাকার সাথে সম্পর্কিত, পূর্ব কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের কাছে পানবাড়ী করিডোরের পূর্ব দিকে একটি অতিরিক্ত লাইভ ক্রসিং হটস্পট রয়েছে। মৃত প্রাণীদের হটস্পট বিভিন্ন স্থানে ছিল: কাঞ্চনজুরি করিডোরের পূর্বদিকে 4 কিলোমিটারের মধ্যে এবং হলদিবাড়ি ও পানবাড়ি করিডোরের মধ্যবর্তী স্থানে প্রাণীদের উচ্চ মৃত্যুহার ছিল (চিত্র।3)। বন্যপ্রাণী মৃত্যুর জন্য হটস্পটও ঋতুভেদে পরিবর্তিত হয়েছে; কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের পশ্চিম প্রান্তটি সারা বছর একটি উচ্চ-মৃত্যু ঝুঁকির এলাকা ছিল, বর্ষাকালে হলদিবাড়ি করিডোরের ঠিক পূর্ব দিকে এবং বর্ষার বাইরের সময়ে পানবাড়ি করিডোরের ঠিক পশ্চিমে বেশি মৃত প্রাণী লক্ষ্য করা গেছে।

প্রাণীর প্রজাতিগুলির সড়ক পারাপার এবং/অথবা মৃত্যুহারের বিভিন্ন স্থানিক এবং সাময়িক প্যাটার্নও লক্ষ্য করা গেছে (চিত্র।4)। পাখি এবং হার্পটাইল সহ ছোট প্রাণীগুলি একই জায়গায় দেখা গেছে (অধিকাংশই মৃত ছিল), তবে বিভিন্ন ঋতুতে ভিন্নতা লক্ষ্য করা গেছে। এই দুই প্রকার প্রাণীকে কাঞ্চনজুরি করিডোরে সারা বছর ধরেই মধ্যম সারির মাংসাশী প্রাণী সহ দেখা গেছে। বর্ষার বাইরে পানবাড়ী করিডোরের পশ্চিমে হার্পটাইল এবং বর্ষাকালে একই স্থানে পাখির উপস্থিতি পাওয়া গেছে বর্ষাকালে হলদিবাড়ি করিডোরের দুই পাশে হার্পটাইলদেরকেও লক্ষ্য করা গেছে। কাঞ্চনজুরি এবং দেওচুর করিডোর বরাবর সড়ক পারাপার করা অবস্থায় বা সড়কের কাছাকাছি স্থানে ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদেরকে জীবিত লক্ষ্য করা গেছে, এবং আরও পশ্চিমে জীবিত প্রাইমেটদেরকেও দেখা গেছে। বর্ষা মৌসুমের বাইরে কাঞ্চনজুরি এবং হলদিবাড়ি করিডোরের কাছে এবং বর্ষা মাসে দেওচুর ও পানবাড়ী করিডোরের কাছে ক্ষুরযুক্ত প্রাণীরা প্রায়ই সড়ক অতিক্রম করে থাকে। মধ্যম সারির মাংসাশী বা অন্যান্য স্তন্যপায়ী প্রাণীদের ব্যাপারে ঋতুভেদে ভিন্ন ভিন্ন পর্যবেক্ষণের পর্যাপ্ত তথ্য ছিল না।



চিত্র।3 : চারটি অপটিমাইজড হটস্পট বিশ্লেষণের ফলাফলসমূহ যেখানে গাঢ় লাল রঙ পর্যবেক্ষণের একটি বৃহত্তর ঘনত্বের নির্দেশ করে এবং সাদা রঙ দ্বারা যেগুলো পরিসংখ্যানগতভাবে উল্লেখযোগ্য হটস্পট নয় সেগুলো নির্দেশ করে। ক) মৃত প্রাণীর

হটস্পট। খ) সড়ক পার হওয়া জীবিত প্রাণীর হটস্পট। গ) সড়কের কাছে জীবিত প্রাণীর হটস্পট। বেগুনি পলিগনগুলি হল মেনন ও অন্যান্য দ্বারা চিহ্নিত করা হাতির করিডোরসমূহ।(2017) ।



চিত্র।4 : চারটি অপটিমাইজড হটস্পট বিশ্লেষণের ফলাফলসমূহ যেখানে গাঢ় লাল রঙ পর্যবেক্ষণের একটি বৃহত্তর ঘনত্বের নির্দেশ করে এবং সাদা রঙ দ্বারা যেগুলো পরিসংখ্যানগতভাবে উল্লেখযোগ্য হটস্পট নয় সেগুলো নির্দেশ করে। ক) বর্ষার বাইরে

মৃত হার্পটাইলের হটস্পট। খ) বর্ষাকালে মৃত হার্পটাইলের হটস্পট। গ) বর্ষার বাইরে জীবিত ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদের (সড়কের কাছাকাছি বা ক্রসিং করা অবস্থায়) হটস্পট। ঘ) বর্ষাকালে জীবিত ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদের (সড়কের কাছাকাছি বা ক্রসিং করা অবস্থায়) হটস্পট। বেগুনি পলিগনগুলি হল মেনন ও অন্যান্য দ্বারা চিহ্নিত করা হাতির করিডোরসমূহ।(2017) ।

আলোচনা

সড়কের বিদ্যমান সীমানা প্রশস্ত করার মূল প্রস্তাব দেওয়ার সময় থেকে জানা গেছে যে তিনটি ফ্লাইওভার বা মহাসড়কের উঁচু অংশগুলির একটি সিরিজ নির্মাণ করা হবে(Parashar, 2019) । এই ফ্লাইওভারগুলি ।8, ।। এবং 6 কিমি প্রসারিত হবে যা কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কে প্রবেশের জন্য প্রতিটি গ্রামের কাছাকাছি চলে আসবে। সম্মিলিতভাবে, এই ফ্লাইওভারগুলি আমাদের 60 কিলোমিটার স্টাডি এলাকার অর্ধেকের বেশি হবে। ফ্লাইওভার হাইওয়ে মানে হল যে, NH-37 এর কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্ক অংশের মাধ্যমে বন্যপ্রাণীদের সাথে সংঘর্ষের তেমন কোনো আশংকা ছাড়াই যানবাহন দ্রুত গতিতে যাতায়াত করতে পারবে। বন্যপ্রাণীর জন্য উপযোগী ক্রসিংয়ের ডিজাইন হিসেবে ফ্লাইওভার (টানেল সহ) সবচেয়ে কার্যকর হতে পারে যদি এগুলোর নিচে থাকা বন্যপ্রাণীর বাসস্থানকে অক্ষত রাখা যায় (Clevenger & Huijser, 2011) । তবে, এটি জানা গেছে যে প্রাথমিকভাবে স্থানীয় কমিউনিটি ট্রাফিক এবং কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের প্রবেশদ্বারগুলিতে থাকা যানবাহন NH 37-এর বর্তমান দুই-লেনের কাঠামো ব্যবহার করা অব্যাহত রাখবে, যার অর্থ হল বন্যপ্রাণীর মৃত্যুহার কমাতে এবং বাসস্থানের মধ্যে সংযোগ উন্নত করতে অতিরিক্ত মিটিগেশন ব্যবস্থার প্রয়োজন হতে পারে।

আমাদের বিশ্লেষণে দেখা যায় যে কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের কাছে NH-37 বরাবর বন্যপ্রাণীর মৃত্যুহার ইতোমধ্যেই একটি উল্লেখযোগ্য সমস্যা হয়ে দাঁড়িয়েছে এবং ইঙ্গিত দেয় যে সড়কটি চার লেনে সম্প্রসারিত করা হলে সম্ভবত বন্যপ্রাণীর আরও মৃত্যু হতে পারে কারণ তখন সফলভাবে পারাপার হওয়ার এলাকাগুলি আরও বিপদজনক হয়ে উঠবে। বন্যপ্রাণীর মৃত্যুহার এবং সড়কের কাছাকাছি জীবিত প্রাণী এবং পারাপার করা অবস্থায় থাকা প্রাণীর তথ্য সংগ্রহ করার ফলে সড়ক পরিকল্পনাকারীরা গুরুত্বপূর্ণ তথ্য পেয়ে থাকে যা ব্যবহার করে সড়ক সম্প্রসারণের প্রেক্ষিতে বিভিন্ন মিটিগেশন ব্যবস্থা বিবেচনা করা হয়। মৃত্যুর তথ্য নির্দেশ করে যে বিদ্যমান সড়কে কিছু সমস্যাপ্রবণ স্থান রয়েছে, যা সম্ভবত আরও বেশি লেইন এবং এর ফলে সৃষ্ট বেশি ট্রাফিকের সাথে সাথে আরও খারাপ হতে পারে। বর্ধিত ট্রাফিক ভলিউম সহ একটি চার লেনের হাইওয়েতে প্রতিবন্ধকতার ক্ষেত্র বাড়বে, হাইওয়ে জুড়ে বন্যপ্রাণী চলাচল হ্রাস বা বন্ধ হওয়ারও সম্ভাবনা রয়েছে। প্রাণীরা সফলভাবে সড়ক অতিক্রম করে থাকে এমন স্থানগুলি চিহ্নিত করা বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণশ কারণ এই স্থানগুলিও মিটিগেশন ব্যবস্থার অবস্থানের পরিকল্পনা করার সময় বিবেচনা করা উচিত(Zeller et al., 2020) । যদিও নতুন পরিকল্পিত ফ্লাইওভার কিছু প্রাণীর নিরাপদ ক্রসিংয়ের সুবিধার্থে কাজে আসবে, আমাদের বিশ্লেষণ বিদ্যমান সড়কের সীমানার মধ্যে মৃত্যুর হটস্পটগুলির জন্য অতিরিক্ত মিটিগেশন ব্যবস্থা শনাক্ত করতে পরিকল্পনাকারীদের সাহায্য করতে পারে। বিশ্লেষণে দেখা যায় যে, বন্যপ্রাণী পর্যবেক্ষণ সাধারণত কাজিরাঙ্গা ন্যাশনাল পার্কের পশ্চিম প্রান্তের চারপাশে ক্লাস্টার করা থাকলেও সফল ক্রসিং হটস্পটগুলির তুলনায় মৃত্যুর হটস্পটগুলি আরও পূর্বে অবস্থিত ছিল, যা ইঙ্গিত দেয় যে সড়কের সেই অংশগুলির জন্য বিভিন্ন ধরনের মিটিগেশন ব্যবস্থার প্রয়োজন হতে পারে।

তথ্যের বিশ্লেষণে আরও দেখা যায় যে, প্রাণীরা কীভাবে সড়কটাকে ব্যবহার করে তা বোঝার জন্য বছরের সময়, অবস্থান এবং প্রজাতির শ্রেণীবিন্যাস আমলে নেওয়া গুরুত্বপূর্ণ। বর্তমানে, দেখা যাচ্ছে যে শুধু ছোট প্রজাতি (হার্পটাইল, পাখি, অন্যান্য স্তন্যপায়ী) মারা যাচ্ছে আর বড় প্রাণীরা মোটরচালকদের কাছে বেশি দৃশ্যমান হওয়ায় সফলভাবে পার হয়ে যেতে পারে। তবে, প্রাণীদের ছোট আকারের কারণে সম্ভবত তথ্য সংগ্রহের সময় সড়কের কাছে হার্পটাইল বা পাখিদেরকে সহজে দেখা যায়নি যার ফলে ডেটাসেটে এই ক্যাটাগরির জীবিত প্রাণীদের সংখ্যা কম উঠে এসেছে। এটা সত্ত্বেও, এই গবেষণায় দেখা গেছে যে সকল

ছোট এবং মাঝারি আকারের স্থলজ মেরুদণ্ডী প্রাণীগুলির 95 শতাংশ মৃত ছিল, এই প্রজাতির চাহিদাগুলিকে মিটিগেশন স্কিমের অংশ করে নিতে হবে। সড়ক প্রশস্ত করার তুলনায় ফ্লাইওভারের ব্যবহার বৃহত্তর প্রজাতির অতিরিক্ত মৃত্যু রোধ করতে পারে, এছাড়া ছোট বন্যপ্রাণীদের জন্য প্যাসেজ, কালভার্ট এবং ক্যানোপিতে থাকা প্রাণীদের জন্য আরবোরিয়াল ক্রসিংও মৃত্যুর মাত্রা কমিয়ে আনতে সহায়ক হবে। আন্ডারপাস বা কালভার্টের মত মিটিগেশন ব্যবস্থার জন্য নকশার ক্ষেত্রে বর্ষা এবং বন্যার বিষয়টিও আমলে নেওয়া উচিত যেহেতু বর্ষাকালে হার্পটাইল এবং সার্বিকভাবে মৃত প্রাণীর অনুপাত বেশি বলে পর্যবেক্ষণে উঠে এসেছে। সামগ্রিকভাবে, বর্ষাকালে আনুপাতিকভাবে বেশি মৃত প্রাণী পরিলক্ষিত হওয়ার পরও বর্ষার প্রভাব প্রত্যাশার চাইতে কম ছিল, মূলত পাখি এবং হার্পটাইলের উপরেই এই প্রভাবটি ছিল। অন্যান্য প্রজাতি-ক্ষুরযুক্ত প্রাণী, প্রাইমেটস এবং মধ্যম সারির মাংসাশী প্রাণীদেরকে বছরের বাকি সময়গুলিতে প্রায়ই দেখা গেছে।

হটস্পট বিশ্লেষণে মেনন ও অন্যান্য দ্বারা চিহ্নিত হাতির করিডোরের সত্যতা পাওয়া গেছে।(2017) বিশেষ করে দেওচুর এবং কাঞ্চনজুরি করিডোরগুলি ক্ষুরযুক্ত প্রাণীরাও সফলভাবে পারাপারের জন্য ব্যবহার করে থাকে। এটি ইঙ্গিত করে যে বিদ্যমান মিটিগেশন ব্যবস্থা উদ্দেশ্য অনুযায়ী কাজ করছে, যেমন রাম্বল স্ট্রিপ যা যানবাহনের গতি ধীর করতে বাধ্য করে।। পরিকল্পিত ফ্লাইওভারগুলির ক্ষেত্রেও এই অঞ্চলগুলি পুনরায় পরিদর্শন করা গুরুত্বপূর্ণ যাতে নিশ্চিত করা যায় যে, গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থলের সংযোগ পয়েন্টে সবচেয়ে উপযুক্ত মিটিগেশন ব্যবস্থা ডিজাইন এবং প্রয়োগ করা হয়েছে, বিশেষ করে এশীয় হাতি এবং এক-শিংওয়ালা গণ্ডারের মতো ফোকাল প্রজাতির প্রাণীদের জন্য। প্রাণীদের মধ্যে এই করিডোরগুলির উচ্চ ব্যবহারের ফলে দীর্ঘমেয়াদে অতিরিক্ত মানব উন্নয়নের চাপ থেকে এই অঞ্চলগুলিকে রক্ষা করার গুরুত্ব বেড়ে গেছে। বন্যপ্রাণীর হটস্পটের পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে স্থলভাগে আরও সম্ভাব্য ক্রসিং এলাকা চিহ্নিত করতে NH-37 এর আশেপাশের ভূমির ব্যবহার সম্পর্কে অধিকতর গবেষণা সহায়ক হতে পারে।

অবদানসমূহ

বিভূতি লাহকর, জ্যোতি দাস, এবং অরূপ কুমার দাস (আরণ্যক) NH-37 বরাবর বন্যপ্রাণী পর্যবেক্ষণের তথ্য সংগ্রহ করেছেন এবং এই প্রতিবেদন তৈরিতে অবদান রেখেছেন। অনিমেক হাজারিকা, অঙ্কুর নাহোক এবং জ্যোতিষ রঞ্জন ডেকা (আরণ্যক) তথ্য সংগ্রহ এবং এই প্রতিবেদন তৈরিতে সহায়তা করেছেন। উপাসনা গাঙ্গুলী (Wildlife Trust of India) হাতির করিডোর সম্পর্কিত স্থানিক তথ্য সরবরাহ করেছেন। গ্রেস স্টোনসাইফার (CLLC) স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনা করে প্রতিবেদনটির খসড়া তৈরি করেছেন। টাইলার ক্রিচ (CLLC), রব অ্যামেন্ট (CLLC/WTI), এবং টনি ক্লিভেঞ্জারও (WTI) এই প্রতিবেদন তৈরিতে অবদান রেখেছেন।

বিশ্লেষণ 4: কাজাখস্তানের বেতপাক-ডালা সাইগা হরিণ জনগোষ্ঠীর উপর সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের সম্ভাব্য প্রভাব

সাইগা হরিণ হল একটি যাযাবর প্রজাতির প্রাণী যারা মধ্য এশিয়ার আধা শুষ্ক মরুভূমি এবং তৃণভূমির প্রান্তরে বিচরণ করে থাকে। এটিকে IUCN দ্বারা ক্রিটিক্যালি বিপন্ন প্রাণী হিসেবে চিহ্নিত করা হয়েছে এবং 1990-এর দশকের শেষের দিকে অতিরিক্ত শিকারের চাপ, জলবায়ুর পরিবর্তনশীলতা এবং রোগের কারণে এই হরিণের জনসংখ্যার উদ্বেগজনকভাবে হ্রাস পেয়েছে(Milner-Gulland et al., 2001) । গ্রীষ্মকালীন রেঞ্জ এবং দক্ষিণ শীতকালীন রেঞ্জের মধ্যে খাদ্যের প্রাপ্যতা এবং তুষারের গভীরতার উপর নির্ভর করে সাইগা হরিণ ঋতুভিত্তিক মাইগ্রেশন করে থাকে এবং এই মৌসুমী রেঞ্জগুলি 1,200 কিমি পর্যন্ত দূরে অবস্থিত হতে পারে। মৌসুমী রেঞ্জের ভেতরেও উত্তম খাদ্য বা পানির খোঁজে এবং আগুন, বন্যা ও চরম আবহাওয়ার অবস্থা থেকে রক্ষা পেতে সাইগা হরিণ এক স্থান থেকে আরেক স্থানে চলাচল করে থাকে।(Bekenov et al., 1998) ।

মধ্য কাজাখস্তানের বেতপাক-দালা হরিণের জনসংখ্যা সহ কাজাখস্তানে বিশ্বের 97 শতাংশেরও বেশি সাইগা রয়েছে যেটি জানা মতে এই হরিণের সবচেয়ে বড় জনসংখ্যা। 2015 সালে একটি রোগের প্রাদুর্ভাবে 200,000 এরও বেশি হরিণ (এই অঞ্চলের জনসংখ্যার 88 শতাংশ) মারা যায়, কিন্তু এরপর থেকে জনসংখ্যার উর্ধ্বগতি লক্ষ্য করা গেছে যার ফলে বর্তমানে প্রায় 285,000টি হরিণ রয়েছে(Altyn Dala Conservation Initiative, 2021) । তবে, বেতপাক-দালা হরিণের জনসংখ্যার রেঞ্জের মধ্যে LI উন্নয়নের ফলে হরিণের জনসংখ্যার এই পুনর্জাগরণ বন্ধ বা বিপরীত দিকে মোড় নিতে পারে। কাজাখস্তান সরকার নুর-সুলতান এবং আকতাউ শহরের মধ্যে সেন্টার-ওয়েস্ট রোড নামে 2,000 কিলোমিটার পাকা সড়ক নির্মাণের পরিকল্পনা করেছে, এটি 9 বিলিয়ন মার্কিন ডলার সমমূল্যের নুরলি ঝোল অর্থনৈতিক প্রণোদনা পরিকল্পনার অংশ যার মাধ্যমে সড়ক, রেলপথ এবং অন্যান্য অবকাঠামো উন্নয়ন ও আধুনিকায়ন করা হবে। সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুটের একটি উল্লেখযোগ্য অংশ কাঁচা সড়ক হিসেবে বিদ্যমান, এবং কিছু কিছু অংশে পাকা কাজ হয়েছে বা চলছে। সাইগা হরিণ সংরক্ষণের জন্য বিশেষ উদ্বেগের বিষয় হল নূর-সুলতান এবং ইরগিজের মধ্যে 612 কিলোমিটারের একটি অংশ যা বেতপাক-দালার হরিণের জনসংখ্যার রেঞ্জকে বিভক্ত করবে। এই অংশের বেশিরভাগই প্রাকৃতিক তৃণভূমি যেখানে প্রস্তাবিত রুটের পাশাপাশি অন্য কোনো সড়ক বিদ্যমান নেই, যদিও কিছু স্থানে কাঁচা বা পাকা সড়ক রয়েছে।

নুর-সুলতান এবং ইরগিজের মধ্যে পাকা সেন্টার-ওয়েস্ট রোড নির্মাণের ফলে সাইগা হরিণ অনেকভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে। সর্বাগ্রে, একটি পাকা সড়ক মৌসুমী রেঞ্জের মধ্যে সাইগার চলাচলে বাধা হিসেবে কাজ করবে। পূর্বের টেলিমেট্রি গবেষণা এবং অ্যানেকডোটাল প্রমাণগুলি ইঙ্গিত দেয় যে LI এবং মানুষের উপস্থিতির ব্যাপারে সাইগা অত্যন্ত সংবেদনশীল এবং উচ্চ ট্রাফিক আছে এমন সড়ক এবং রেলপথ পার হওয়া এড়িয়ে চলে (Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan, 2021, অপ্রকাশিত ডেটা)। সড়কের উত্তর দিকে হরিণের জনসংখ্যার গ্রীষ্মকালীন রেঞ্জের একটি উল্লেখযোগ্য অংশের প্রবেশাধিকার সীমিত বা বন্ধ হয়ে যেতে পারে পাকা সড়কের বাধার প্রভাবের কারণে, যার ফলে হরিণের জন্য খাদ্য ও অন্যান্য রিসোর্সের ঘাটতি হতে পারে, ছোট এলাকায় প্রাণীর ঘনত্বের কারণে রোগের ঝুঁকি বাড়তে পারে এবং প্রজননের সুযোগ কমে যেতে পারে(Wingard et al., 2014b) । সেন্টার-ওয়েস্ট রোড দ্বারা মানুষের অ্যাক্সেস সহজতর হলে সাইগাকে আরও বেশি শিকার করা হতে পারে। পরিশেষে, সড়কের উন্নয়ন ট্রাফিক ভলিউম বৃদ্ধি করবে, যা সড়ক পারাপারের চেষ্টা করার সময় যানবাহনের সাথে সংঘর্ষে সাইগা নিহত হওয়ার হার বৃদ্ধি করতে পারে।

এখানে, আমরা একটি স্থানিক বিশ্লেষণ উপস্থাপন করেছি যা সাইগার অবস্থানের তথ্য ব্যবহার করে ব্যাখ্যা করার চেষ্টা করা হয়েছে যে কীভাবে সেন্টার-ওয়েস্ট রোড প্রকল্প বেতপাক-দালার হরিণের জনসংখ্যার ক্ষতি করতে পারে।

পদ্ধতি

আমরা সাইগা হরিণের GPS কলার থেকে টেলিমেট্রি তথ্য ব্যবহার করেছি যাতে সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুটে বিদ্যমান সড়কের উপস্থিতি এবং পৃষ্ঠের ধরন দ্বারা কীভাবে প্রাণীরা সড়কে চলাচল করে এবং সড়কের জায়গা ব্যবহার করে থাকে তা জানা যায় এবং অতিরিক্ত সড়ক নির্মাণ এবং উন্নয়ন কীভাবে প্রাণীদেরকে প্রভাবিত করতে পারে তা অনুসন্ধান করা যায়। আমরা কাজাখস্তানের Ministry of Industry and Infrastructure Development কর্তৃক উত্পাদিত পরিকল্পনা নথি থেকে সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুট এবং বিদ্যমান সারফেস টাইপ (পাকা সড়ক, কাঁচা সড়ক বা কোনো সড়ক নেই) সম্পর্কে স্থানিক তথ্য পেয়েছি। Altyn Dala Conservation Initiative (ADCI) এর ফ্রেমওয়ার্ক মেনে পরিচালিত একটি গবেষণার অংশ হিসেবে আমরা 2009 and থেকে 2017 সালের মধ্যে GPS কলার থাকা 81 সাইগা হরিণের টেলিমেট্রি তথ্য পেয়েছি। হরিণের দুটি গ্রুপ টেঙ্গিজ এবং তোরগাইকে কলার পরানো হয়, এই দুটি গ্রুপ বেতপাক-দালার বিভিন্ন বিস্তৃত ভূমিতে বিচরণ করে থাকে। প্রতিটি গ্রুপ বর্তমানে বিভিন্ন মৌসুমে সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের উত্তর এবং দক্ষিণের স্থানগুলিতে বিচরণ করে থাকে। হরিণগুলোকে 2.5 বছর পর্যন্ত ট্র্যাক করা হয়, এরপর পয়েন্ট কলারগুলো প্রাণীগুলোর গলা থেকে পড়ে যায়।

আমরা দুটি উপায়ে সড়ক পাকা করার প্রভাব পরীক্ষা করেছি। প্রথমত, আমরা গতিশীল ব্রাউনিয়ান ব্রিজ মুভমেন্ট মডেল ব্যবহার করেছি(Horne et al., 2007; Kranstauber et al., 2012) প্রতিটি কলার্ড হরিণের বাসস্থানের পরিসীমা ম্যাপ করার জন্য। এই মডেলে হরিণগুলির রেকর্ড করা GPS অবস্থান এবং বিভিন্ন অবস্থানের মধ্যে অতিবাহিত সময়ের উপর ভিত্তি করে সাইগা হরিণ কীভাবে ভূমি ব্যবহার করে তা অনুমান করা হয়েছে। আমরা প্রতিটি হরিণের হোম রেঞ্জ গণনা করেছি যা ছিল যথাক্রমে 99 শতাংশ (টেঙ্গিজ গ্রুপ) ও 99.5 শতাংশ (তোরগাই গ্রুপ) , এরপর প্রতিটি গ্রুপের সকল হরিণের সম্মিলিত হোম রেঞ্জ গণনা করেছি যা ঐ গ্রুপের সামগ্রিক ভূমি ব্যবহারের ধরন প্রতিফলিত করেছে। তারপর আমরা প্রতিটি গ্রুপের হোম রেঞ্জ আর সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুটটি মিলিয়ে দেখি এবং হোম রেঞ্জকে ছেদ করে এমন রুট বরাবর প্রতিটি সারফেস টাইপ (পাকা সড়ক, কাঁচা সড়ক বা কোনো সড়ক নেই) এর দৈর্ঘ্য নির্ধারণ করি।

দ্বিতীয়ত, আমরা 43টি কলার্ড হরিণের চলাচলের পথ পর্যবেক্ষণ করেছি যেখানে গবেষণা চলার সময় অন্তত একবার হলেও হরিণকে সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুট অতিক্রম করতে দেখা গেছে। প্রতিটি হরিণ গবেষণার সময়কালে কতবার রুট অতিক্রম করেছে এবং প্রতিটি ক্রসিং লোকেশনে বিদ্যমান সারফেসের ধরন (পাকা সড়ক, কাঁচা সড়ক বা কোনো সড়ক নেই) তা নির্ণয় করা হয়। প্রস্তাবিত রুটের দুই দিকে GPS কলার থেকে পাওয়া সব অবস্থানের মধ্যে একটি সরল রেখার পথ ধরে নিয়ে প্রাণীদের ক্রসিংয়ের স্থানগুলি অনুমান করা হয়। হরিণের জনসংখ্যা জুড়ে রুট ক্রসিং সংক্রান্ত আচরণের সারসংক্ষেপ করার জন্য আমরা সকল হরিণের ক্রসিং পরিসংখ্যানের সমষ্টি নির্ণয় করেছি।

ফলাফল

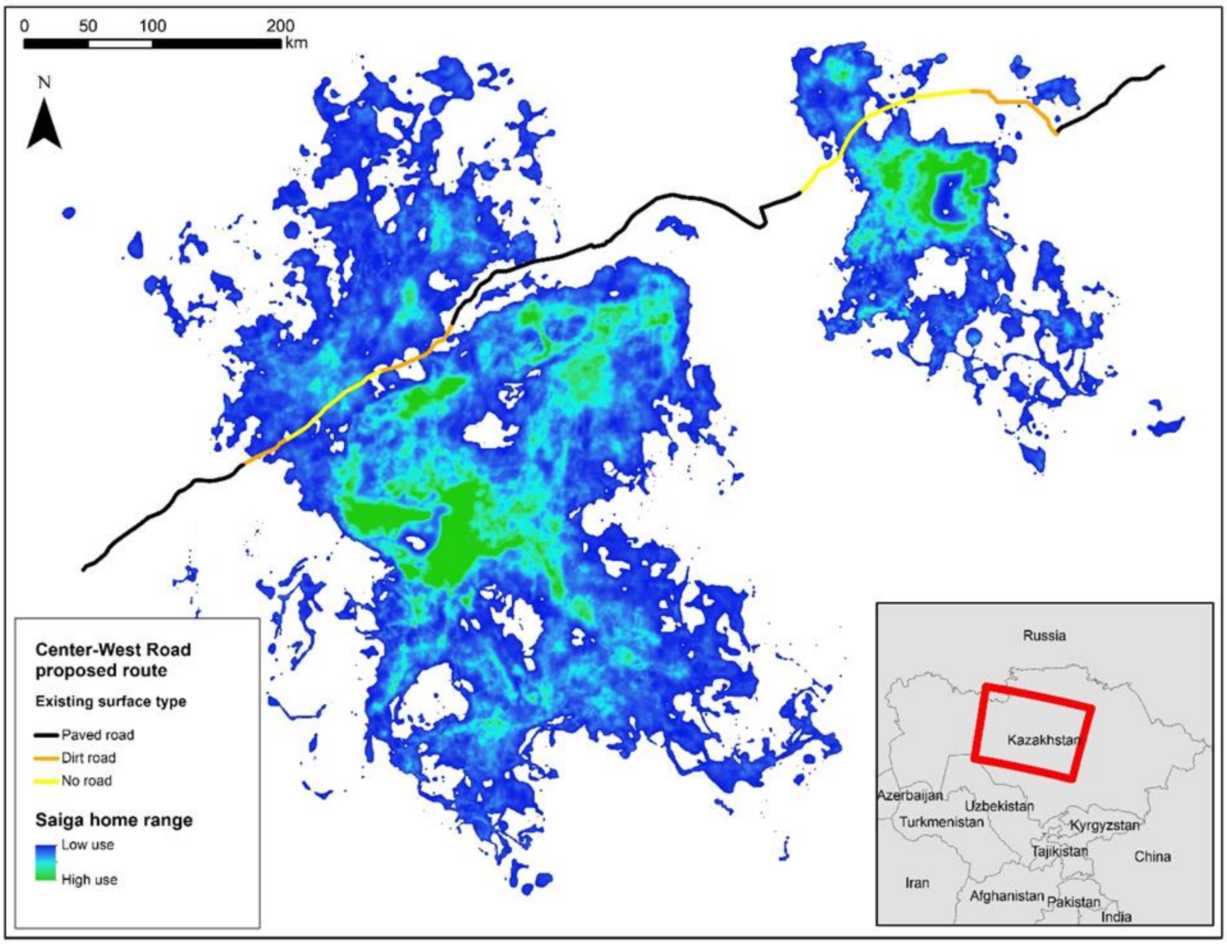
সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুটের দুই দিকেই টেঙ্গিজ এবং তোরগাই হরিণের গ্রুপের হোম রেঞ্জ রয়েছে। টেঙ্গিজ হোম রেঞ্জের আনুমানিক 19 শতাংশ এবং তোরগাই হোম রেঞ্জের 26 শতাংশ রুটটির উত্তরে অবস্থিত এবং নির্মাণ কাজ শেষ হলে রুটটির দক্ষিণে বৃহত্তর হোম রেঞ্জ এলাকা থেকে এই অংশগুলি সম্ভবত বিচ্ছিন্ন হয়ে যেতে পারে (চিত্র।5)।

হোম রেঞ্জের মানচিত্রগুলি ইঙ্গিত করে যে প্রস্তাবিত রুট জুড়ে ভূমির ব্যবহার এবং হরিণের চলাচল বিদ্যমান সড়কের কারণে অনেকাংশেই সীমিত (

টেবিল।2). টেঙ্গিজ গ্রুপের হোম রেঞ্জ 53 কিলোমিটার পথকে ওভারল্যাপ করে যেখানে বর্তমানে কোনো ধরনের সড়ক নেই। তোরগাই গ্রুপের হোম রেঞ্জ 125 কিলোমিটার পথকে ওভারল্যাপ করে, যার মধ্যে

4.8 কিলোমিটার ছাড়া বাকি সবই কাঁচা সড়ক বা সেখানে কোনো ধরনের সড়ক নেই। রুটটির প্রায় 5 কিলোমিটারের পাকা অংশ উভয় গ্রুপের হোম রেঞ্জের বাইরে পড়েছে। (চিত্র।5)।

টেঙ্গিজ গ্রুপের ত্রিশটি এবং তোরগাই গ্রুপের ।3 টি কলার পরানো সাইগা হরিণ গবেষণা চলাকালীন সময়ে সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুট অতিক্রম করেছে। গবেষণার সময়কালে হরিণেরা গড়ে 5.8 বার রুট অতিক্রম করেছে, কিছু হরিণ 20 বারও অতিক্রম করেছে। সম্মিলিতভাবে, কলার পরানো সাইগা হরিণ প্রস্তাবিত রুট জুড়ে 249 বার চলাচল করেছে, যার মধ্যে মাত্র 2 শতাংশ হল পাকা সড়কের অংশ। টেবিল।3). প্রস্তাবিত রুটটির 2 শতাংশেরও বেশি অংশ তোরগাই এবং টেঙ্গিজ গ্রুপের অধিকৃত এলাকার মধ্যে পড়েছে (চিত্র।5) এবং দেখা গেছে যে সাইগা হরিণ পাকা সড়ক অংশগুলি এড়িয়ে যাওয়ার একটি শক্তিশালী প্যাটার্ন প্রদর্শন করে; এর পরিবর্তে, কাঁচা সড়ক বা কোনো সড়ক নেই এমন স্থান দিয়ে সাইগা হরিণ ক্রসিং করতে বেশি স্বাচ্ছন্দ্য বোধ করে থাকে।।



চিত্র।5 : মধ্য কাজাখস্তানের বেতপাক-দালা সাইগা হরিণের তোরগাই গ্রুপ (মাঝ খানের বামে) এবং টেঙ্গিজ গ্রুপের (উপরের ডানে) হোম রেঞ্জ। সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুট উভয় গ্রুপের হোম রেঞ্জকে বিভক্ত করে।

টেবিল।2 : সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুটের সাথে বেতপাক-দালা সাইগা হরিণের টেঙ্গিজ এবং তোরগাই গ্রুপের হোম রেঞ্জের ওভারল্যাপ

টেবিল ।2: সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুটের সাথে বেতপাক-দালা সাইগা হরিণের টেঙ্গিজ এবং তোরগাই গ্রুপের হোম রেঞ্জের ওভারল্যাপ

	হোম রেঞ্জের সাথে ওভারল্যাপের দৈর্ঘ্য (কিমি)	
বিদ্যমান ভূপৃষ্ঠের ধরন	টেঙ্গিজ গ্রুপ	তোরগাই গ্রুপ
কোনো রাস্তা নেই	53.6	75.4
কাঁচা সড়ক	0	44.4
পাকা সড়ক	0	4.8

টেবিল।3 : গবেষণা চলাকালীন সময়ে বেতপাক-দালার 43টি কলার পরানো সাইগা হরিণের সেন্টার-ওয়েস্ট রোড পারাপারের ঘটনার সংখ্যা

টেবিল ।3: গবেষণা চলাকালীন সময়ে বেতপাক-দালার 43টি কলার পরানো সাইগা হরিণের সেন্টার-ওয়েস্ট রোড পারাপারের ঘটনার সংখ্যা

বিদ্যমান ভূপৃষ্ঠের ধরন	ক্রসিং সংখ্যা	ক্রসিং এর শতকরা
কোনো রাস্তা নেই	203	81
কাঁচা সড়ক	40	16
পাকা সড়ক	6	2

আলোচনা

আমাদের স্থানিক বিশ্লেষণের ফলাফল দৃঢ় ইঙ্গিত দেয় যে বেতপাক-দালার সাইগা হরিণের চলাচল এবং স্থান ব্যবহার পাকা সড়কের কারণে সীমিত হয়ে এসেছে। টেঙ্গিজ এবং তোরগাই গ্রুপের হোম রেঞ্জগুলি সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রস্তাবিত রুটটির বড় অংশ জুড়ে বিস্তৃত কিন্তু পুরোপুরি পাকা সড়কের অংশ এবং তাদের আশেপাশের এলাকাগুলি এড়িয়ে গেছে। চলাচলের তথ্য ইঙ্গিত দেয় যে সাইগা নিয়মিতভাবে মৌসুমী স্থানান্তরের সময় প্রস্তাবিত সেন্টার-ওয়েস্ট রোড অতিক্রম করে, কিন্তু এই ক্রসিংগুলি এমন স্থানে হয় যেখানে কাঁচা সড়ক আছে বা কোনো ধরনের সড়ক নেই। প্রস্তাবিত সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের সম্পূর্ণ পাকা সড়ক বরাবর হরিণের বাসস্থানের মান কমে যেতে পারে, এবং আরো উল্লেখযোগ্যভাবে, গুরুত্বপূর্ণ মৌসুমী বাসস্থানে অ্যাক্সেসের জন্য সড়ক জুড়ে সাইগা হরিণের চলাচল বাধাগ্রস্ত হবে।

এটা আশা করা যুক্তিসঙ্গত যে সম্পূর্ণ পাকা সড়ক উভয় গ্রুপের হোম রেঞ্জগুলিকে উত্তর এবং দক্ষিণ অংশে বিভক্ত করবে এবং সেসব স্থানের মধ্যে হরিণের চলাচল সীমিত হয়ে পড়বে। পাকা সড়ক জুড়ে চলাচল কতটা হয় তা নির্ভর করে যানবাহনের ট্রাফিক ভলিউমের উপর। যদি ট্রাফিক ভলিউম যথেষ্ট বেশি হয় যে পুরো সড়কটি একটি বাধা হয়ে দাঁড়ায় তখন সাইগা হরিণের হোম রেঞ্জের একটি উল্লেখযোগ্য অংশে অ্যাক্সেস বন্ধ হয়ে যাবে এবং গ্রীষ্মকালে সাইগা হরিণের উচ্চ জনসংখ্যার ঘনত্ব থাকার ফলে খাদ্য সংকট দেখা দিতে পারে এবং শীতকালে কঠোর আবহাওয়ার স্থান থেকে অন্যত্র সরে যাওয়া কঠিন হয়ে পড়বে। যদি ট্রাফিক ভলিউম কম থাকে এবং চলাচলে কেবল আংশিক প্রতিবন্ধকতা থাকে, তবে তখনও সাইগা হরিণ সম্ভবত সড়ক অতিক্রম করতে দ্বিধাগ্রস্ত হবে এবং এদের গ্রীষ্মকালীন হোম রেঞ্জে পৌঁছাতে এবং সেখানে উন্নত মানের খাদ্য সংগ্রহ করতে বিলম্ব হতে পারে। দীর্ঘমেয়াদে সেন্টার-ওয়েস্ট রোড প্রকল্পের কারণে সাইগা হরিণের জন্য উপলভ্য সম্পদ কমে যাওয়ার ফলে জেনেটিক বৈচিত্র্য এবং জনসংখ্যার আকার হ্রাস পেতে পারে। এই সড়কের প্রভাব সাইগা হরিণের উপর থাকা অন্যান্য হুমকির প্রভাবের সাথে যুক্ত হয়ে যাবে, যার মধ্যে রয়েছে শিকার, সংক্রামক রোগ, জলবায়ু পরিবর্তন এবং চরম আবহাওয়া(IUCN, 2018) ।

সেন্টার-ওয়েস্ট রোড পাকা করার জৈবিক প্রভাব শুধু সাইগা হরিণেই সীমাবদ্ধ থাকবে না। প্রস্তাবিত রুটের কাঁচা সড়কের অংশগুলি "Turgaiskiy state nature zakaznik" (অভয়ারণ্য)-এর মত একটি PA-এর মধ্যে থাকা প্রাকৃতিক অক্ষত তৃণভূমিকে ছেদ করবে, এই স্থানটি 1976 সাল থেকে রামসার সাইট এবং একটি গুরুত্বপূর্ণ জীববৈচিত্র্যপূর্ণ এলাকা। রুটটি ইর্গিজ-তোরগাই-ঝিলানশিক ইকোলজিকাল করিডোর, ইরগিজ-তুরগাই স্টেট নেচার রিজার্ভ এবং আলতিন দালা স্টেট নেচার রিজার্ভের মধ্যে দিয়ে যায়, যা সবই সাইগা হরিণের চলাচল, প্রজনন এবং গ্রীষ্মের চারণভূমি রক্ষার জন্য প্রতিষ্ঠিত হয়েছিল এবং এই স্থানগুলির মধ্যে ভালো সংযোগ থাকা খুবই গুরুত্বপূর্ণ। এই অংশগুলিতে একটি পাকা সড়ক তৈরি করা সংরক্ষণের উদ্বেগের অন্যান্য প্রাণীদেরকেও প্রভাবিত করতে পারে। এলাকার জলাভূমিগুলি অনেক বিরল পাখির প্রজাতির জন্য পালক ছাড়ানোর-molting-এর জায়গা এবং ডালমেশিয়ান পেলিকান এবং হোয়াইট-হেডেড ডাক সহ 25,000 জোড়া জলজ পাখির প্রজনন স্থান হিসেবেও কাজ করে থাকে।

কাজাখস্তানের Ministry of Industry and Infrastructure Development সাইগা হরিণ এবং অন্যান্য বন্যপ্রাণীর উপর সেন্টার-ওয়েস্ট রোডের প্রভাব প্রশমিত করার জন্য ক্রসিং স্ট্রাকচারের একটি সিরিজ (যেমন, ওভারপাস এবং আন্ডারপাস) প্রস্তাব করেছে যা পাকা সড়ক জুড়ে বন্যপ্রাণীর নিরাপদ চলাচলের সুবিধার্থে স্থাপন করা হবে। তবে, জীববিজ্ঞানীরা বিশ্বাস করেন যে সাইগা হরিণের এই কাঠামোগুলি ব্যবহার করার সম্ভাবনা কম এবং সড়কটি পাকা হয়ে গেলে ও ট্রাফিক ভলিউম বেড়ে গেলে সাইগা হরিণ তখন সড়কটি পুরোপুরি এড়িয়ে চলবে। সাইগা ক্রসিংয়ের সুযোগ বাড়ানোর জন্য ক্রসিং স্ট্রাকচারগুলি আদর্শভাবে কোথায় থাকা উচিত তাও অস্পষ্ট কারণ সাইগা দ্বারা ব্যবহৃত মাইগ্রেশনের পথগুলি নির্দিষ্ট হরিণ এবং বছর অনুযায়ী উল্লেখযোগ্যভাবে পরিবর্তিত হয়।

উপরে বর্ণিত মিটিগেশন চ্যালেঞ্জগুলি পরামর্শ দেয় যে বেতপাক-দালার হরিণের রেঞ্জের বিভাজন এড়াতে সেন্টার-ওয়েস্ট রোডটির রুট নতুন করে নির্ধারণ করা হলে সাইগা হরিণের উপর মারাত্মক প্রভাব দূর করার জন্য সর্বোত্তম বিকল্প হতে পারে। ADCI একটি বিকল্প রুট চিহ্নিত করেছে যা প্রাথমিক সম্ভাব্যতা যাচাইয়ের সময় সরকারি পরিকল্পনাবিদেরা বিবেচনায় রেখেছিলেন; এটি সাইগা রেঞ্জ বাইপাস করে সাইগার উপর প্রভাব কমিয়ে দেবে আর মোট রুট দৈর্ঘ্যে মাত্র 50 কিমি যোগ করবে। এই বিকল্প রুট সামগ্রিক নির্মাণ ব্যয় কমিয়ে দিতে পারে কারণ এটি বিদ্যমান, ইতোমধ্যে থাকা উন্নত সড়ক পথের উপর ভিত্তি করে করা হবে। এর ফলে ক্ষুদ্র মানব বসতিগুলিকে এই অঞ্চলের বৃহত্তর জনগোষ্ঠীর সাথে যুক্ত করে অর্থনৈতিক সুবিধা প্রদান করা যাবে।

অবদানসমূহ

কাজাখস্তানের ADCI ফ্রেমওয়ার্ক থেকে সাইগা হরিণের চলাচলের তথ্য সংগ্রহ করা হয়েছে। স্টিফেন জুথার এবং অ্যালবার্ট সালেমগারেভ তথ্য সংগ্রহ, প্রক্রিয়াজাতকরণ এবং বিশ্লেষণ করেছেন। স্টেফানি ওয়ার্ড ADCI এর পক্ষ থেকে রিপোর্টটি পর্যালোচনা করেছেন, যা মূলত কাজাখস্তানের জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণ সংস্থার দ্বারা বাস্তবায়িত হয় এবং Fauna & Flora International, Frankfurt Zoological Society ও the Royal Society for the Protection of Birds দ্বারা অর্থায়িত ও কারিগরিভাবে সমর্থিত। কাজাখস্তানের Committee for Forestry and Wildlife of the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources এটিতে সহযোগিতা করেছে। টাইলার ক্রিচ (সিএলএলসি) প্রতিবেদনটি তৈরি করেছেন। রব অ্যামেন্ট (CLLC/WTI) এবং টনি ক্লিভেঞ্জারও (WTI) এই প্রতিবেদন তৈরিতে অবদান রেখেছেন।

বিশ্লেষণ 5: থাইল্যান্ডের ভবিষ্যত বিদ্যুৎ লাইন ডেভেলপমেন্টের ফলে গুরুত্বপূর্ণ পাখি অঞ্চলের হুমকি

বিদ্যুৎ লাইন বিদ্যুৎ উৎপাদন কেন্দ্র (যেমন, জলবিদ্যুৎ বাঁধ, পারমাণবিক প্লান্ট এবং সৌর বিদ্যুতের প্লান্ট) থেকে শহর এবং শিল্প কেন্দ্রগুলির মত অঞ্চলে ও সেইসাথে সাবস্টেশন থেকে বিদ্যুতের চাহিদা রয়েছে এমন ছোট অঞ্চলেও পাওয়ার সরবরাহ করে থাকে। এলাকা জুড়ে বিদ্যুৎ লাইনের নেটওয়ার্ক পরিবেশকে ক্ষতিগ্রস্ত, অবনতি এবং প্রাণীর আবাসস্থল বিভক্ত করা, শব্দ এবং ইলেক্ট্রোম্যাগনেটিক ব্যাঘাত, বৈদ্যুতিক সংস্পর্শ এবং লাইনের সাথে সংঘর্ষের মাধ্যমে বন্যপ্রাণীর সরাসরি মৃত্যু সহ নানাভাবে পরিবেশকে প্রভাবিত করতে পারে(Biasotto & Kindel, 2018; Ferrer & Janns, 1999) । বিদ্যুৎ লাইন জনিত মৃত্যু অনেক পাখি প্রজাতির জন্য একটি উল্লেখযোগ্য সমস্যা, বিশেষ করে বড় পাখিদের জন্য যেগুলো সচরাচর বিদ্যুৎ তারের উপর গিয়ে বসে পড়ে (Chevallier et al., 2015) । পাখির গ্রুপগুলি সাধারণত বিদ্যুতের সংস্পর্শে বা বিদ্যুৎ লাইনের সাথে সংঘর্ষে নিহত হয় যার মধ্যে রয়েছে বাস্টার্ড, ফ্লেমিংগো, ক্রেন, ওয়াটারফাউল, শোরবার্ডস, গেমবার্ডস এবং র‍্যাপ্টর; বিভিন্ন পাখি প্রজাতির জনসংখ্যা হ্রাসের একটি কারণ হিসেবে বিদ্যুৎ লাইন জনিত মৃত্যুকে চিহ্নিত করা হয়েছে(A. R. Jenkins et al., 2010) ।

থাইল্যান্ড বেশ কয়েকটি বিপন্ন পাখি প্রজাতির বাসস্থান এবং এর জাতীয় বিদ্যুৎ গ্রিড সম্প্রসারণের উচ্চাকাঙ্ক্ষী পরিকল্পনা রয়েছে, তাই বিদ্যুৎ লাইনের উন্নয়নের কারণে জীববৈচিত্র্যের জন্য হুমকিও বেশি। থাইল্যান্ড ইন্দো-বার্মা জীববৈচিত্র্য হটস্পটের অংশ(Myers et al., 2000) যা পৃথিবীর অন্যতম জৈবিকভাবে গুরুত্বপূর্ণ অঞ্চল। সকল দেশের মধ্যে 17 তম সর্বোচ্চ পাখি প্রজাতির সমৃদ্ধি রয়েছে থাইল্যান্ডে, দেশটিতে 936টি পাখির প্রজাতি রয়েছে। দেশটিতে বিশ্বব্যাপী হুমকির মুখে থাকা 67 টি পাখির প্রজাতি রয়েছে, যা সর্বোচ্চের হিসাবে সকল দেশের মধ্যে 12 তম(BLI, 2021) । কিন্তু বাসস্থান হ্রাস এবং প্রজাতির উপর অন্যান্য হুমকিও বাড়ছে। 1961 এবং 2009 সালের মধ্যে স্থলজ বনভূমি দেশের 53 শতাংশ থেকে কমে 32 শতাংশে নেমে এসেছে(Convention on Biological Diversity, 2021), যার ফলে বনে থাকা পাখি এবং অন্যান্য বন্যপ্রাণীর আবাসস্থলের অনেক বড় ক্ষতি হয়েছে। থাইল্যান্ডে বিদ্যুৎ চাহিদা মেটানোর জন্য বিদ্যুৎ লাইন নির্মাণের ফলে অদূর ভবিষ্যতে পাখির অতিরিক্ত বাসস্থানের ক্ষতি এবং সরাসরি মৃত্যুর সম্ভাবনা রয়েছে, যা 2017 থেকে 2036 সালের মধ্যে 78 শতাংশ বৃদ্ধি পাবে বলে আশংকা করা হয়েছে(IRENA, 2017) ।

এখানে, আমরা থাইল্যান্ডে গুরুত্বপূর্ণ ব্যতিক্রমী পাখির প্রজাতিদের জন্য প্রভাবের ক্ষেত্রগুলির সম্ভাবনা সংক্রান্ত একটি সহজ স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনা করেছি।

পদ্ধতি

আমরা গুরুত্বপূর্ণ পাখি এবং জীববৈচিত্র্য অঞ্চল (IBA)-এর সাথে থাইল্যান্ডে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের রুটগুলি মিলিয়ে দেখেছি। বিশ্বব্যাপী হুমকির সম্মুখীন, সীমিত রেঞ্জের এবং সমবেত প্রজাতির উপস্থিতির উপর ভিত্তি করে IBA-গুলি প্রকৃতিতে বিদ্যমান পাখির জনসংখ্যার দীর্ঘমেয়াদী টেকসই ধারার জন্য গুরুত্বপূর্ণ বলে মনে করা হয়। আমরা সাধারণ KBA-এর পরিবর্তে IBA -তে মনযোগ দিয়েছি কারণ আমরা বিশেষ করে পাখিদের প্রভাবের প্রতি আগ্রহী ছিলাম কারণ এদের উপর বিদ্যুৎ লাইনের প্রভাবের ঝুঁকি বেশি। (পরিশিষ্ট 4 দেখুন)। আমরা BirdLife International থেকে IBA -এর স্থানিক তথ্য পেয়েছি(BLI, 2020) ।

আমরা এই দ্রুত মূল্যায়নের জন্য সরাসরি সরকারের কাছ থেকে স্থানিক তথ্য পেতে পারিনি, তাই আমরা সাম্প্রতিকতম Thailand Power Development Plan-এর একটি মানচিত্র থেকে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের রুটগুলি ডিজিটাইজ করেছি(Energy Policy and Planning Office, 2019) । 2018 সালের পরিকল্পনায় প্রদত্ত তথ্য ব্যবহার করে আমরা প্রতিটি প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনকে একটি নতুন নির্মাণ প্রকল্প (যেমন, যেটি একটি বিদ্যমান বিদ্যুৎ লাইনের রুট অনুসরণ করে না) বা একটি উন্নয়ন (যেমন, একটি বিদ্যমান রুটে নতুন লাইন যুক্ত করা হয়েছে) হিসাবে শ্রেণীবদ্ধ করেছি। আমরা প্রতিটি প্রকল্পকে বর্তমানে নির্মাণাধীন বা

ভবিষ্যতে নির্মিতব্য প্রকল্প হিসাবে শ্রেণীবদ্ধ করেছি (এপ্রিল 2019-এ প্রকাশিত থাইল্যান্ডের পরিকল্পনা অনুসারে)।

আমরা প্রকল্পের ধরন (নতুন বা উন্নয়ন) এবং প্রকল্পের অবস্থা (নির্মাণাধীন বা ভবিষ্যতের প্রকল্প) অনুযায়ী প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের মোট দৈর্ঘ্য গণনা করে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ গ্রিড সম্প্রসারণের ব্যাপ্তি চিহ্নিত করেছি। আমরা পাখির জনসংখ্যার ক্ষতির সম্ভাবনার পরিমাপ হিসাবে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের যেসব অংশ IBA-কে ছেদ করে সেগুলোর দৈর্ঘ্য গণনা করেছি। যেহেতু কিছু বিদ্যুৎ ট্রান্সমিশন রুটের একাধিক ও সমান্তরাল লাইন আছে, আমরা রুট দৈর্ঘ্য এবং সার্কিট দৈর্ঘ্য উভয়ই গণনা করেছি, সার্কিট দৈর্ঘ্য গণনায় রুটের দৈর্ঘ্য এবং রুট বরাবর সমান্তরাল লাইনের সংখ্যা আমলে নেওয়া হয়েছে।

ফলাফল

থাইল্যান্ডের Power Development Plan-এর আওতায় 2037 সালের মধ্যে মোট রুট দৈর্ঘ্য হবে 7,026 কিলোমিটার এবং 12,718 কিলোমিটার সার্কিট দৈর্ঘ্যের বিদ্যুৎ লাইনগুলিকে বিদ্যুৎ গ্রিডে যুক্ত করার প্রস্তাব করা হয়েছে (টেবিল14 ,চিত্র16)। এই আনুমানিক রুট দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধির প্রায় 65 শতাংশ নতুন রুটে নির্মিত বিদ্যুৎ লাইন নিয়ে গঠিত হবে, বাকি 35 শতাংশ বিদ্যমান রুটগুলিতে যুক্ত বিদ্যুৎ লাইন (অর্থাৎ উন্নয়ন) নিয়ে গঠিত হবে। এপ্রিল 2019 পর্যন্ত প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের রুট দৈর্ঘ্যের 73 শতাংশ এবং সার্কিট দৈর্ঘ্যের 81 শতাংশ ইতোমধ্যে নির্মাণাধীন ছিল।

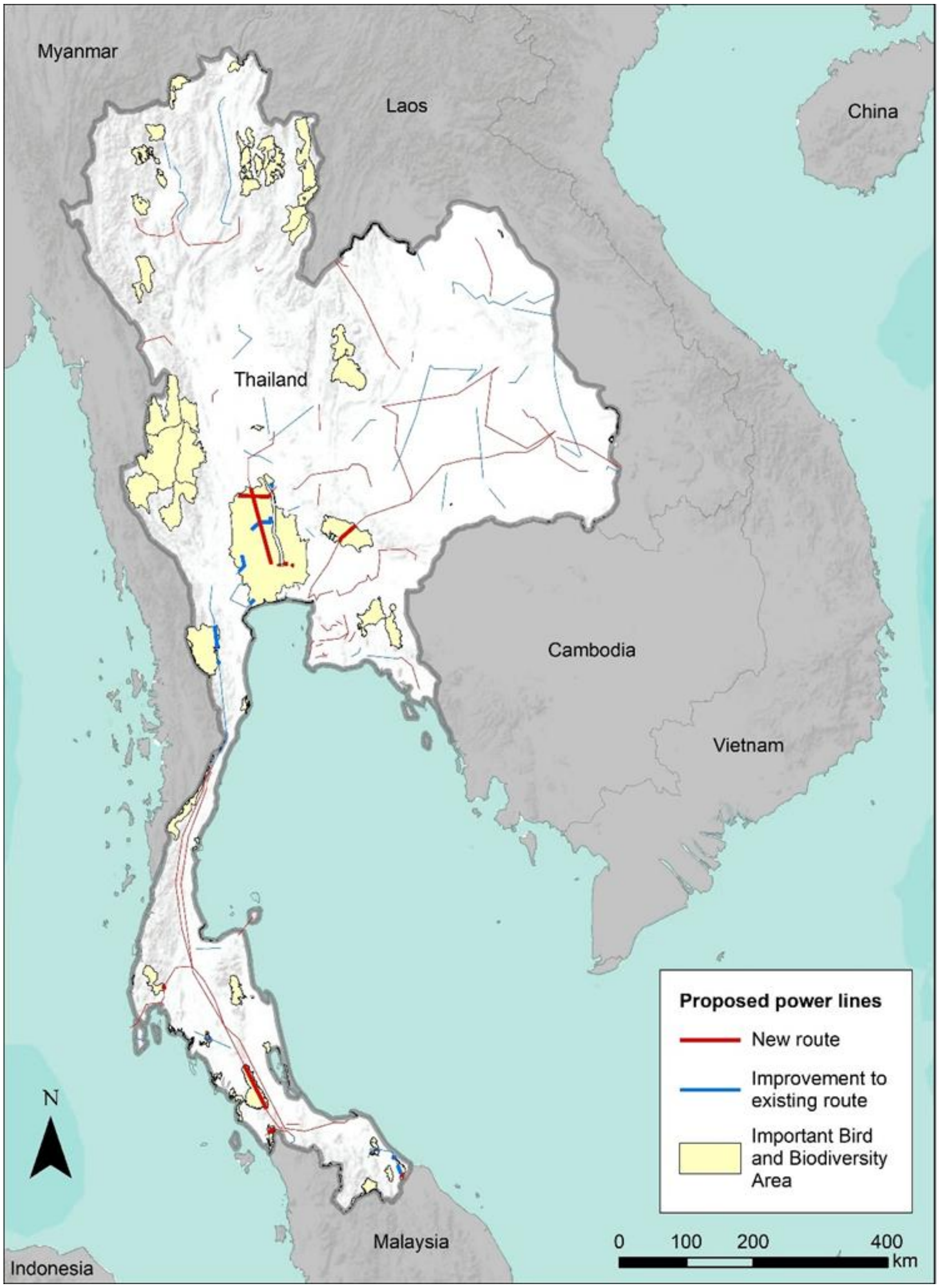
প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনগুলি থাইল্যান্ডের নয়টি IBA-কে ছেদ করবে: বু দো-সুঙ্গাই পাদি, চালোয়েম প্রা কিয়েত, কায়েং ক্রাচান, খাও বান্থাদ, খাও নর চুচি, খাও ইয়াই, লোয়ার সেন্ট্রাল বেসিন, থালেবান এবং তনপারিওয়াত (চিত্র16)। প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের মোট রুট দৈর্ঘ্যের প্রায় 468 কিলোমিটার (6.7 percent শতাংশ) IBA-কে ছেদ করবে এবং সার্কিটের দৈর্ঘ্য বিবেচনা করা হলে এই পরিসংখ্যান বেশি (880 কিমি, 6.9 শতাংশ)। প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইন দ্বারা ছেদিত IBA-গুলি প্রধানত দক্ষিণ পেনিনসুলার থাইল্যান্ডে বা রাজধানী ব্যাংককের আশেপাশে অবস্থিত। যদিও কিছু প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইন সরাসরি IBA-এর মধ্য দিয়ে চলে গেছে, IBA -এর সীমানার কাছাকাছি থাকা লাইনগুলির সংখ্যাই বেশি।

টেবিল14 : থাইল্যান্ডে এবং গুরুত্বপূর্ণ পাখি ও জীববৈচিত্র্য অঞ্চলের (IBA)-এর মধ্যে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের দৈর্ঘ্য

টেবিল 14: থাইল্যান্ডে এবং গুরুত্বপূর্ণ পাখি ও জীববৈচিত্র্য অঞ্চলের (IBA)-এর মধ্যে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের দৈর্ঘ্য রুটটির দৈর্ঘ্য এবং রুট বরাবর সমান্তরাল বিদ্যুৎ লাইনের সংখ্যা গুণ করে সার্কিটের দৈর্ঘ্য হিসাব করা হয়েছে।

		সকল বিদ্যুৎ লাইন	IBA-এর মধ্যে বিদ্যুৎ লাইন	IBA -এর মধ্যে শতকরা হার
রুট দৈর্ঘ্য (কিমি)	নতুন	4,579	315	6.9
	উন্নয়ন-Improvement	2,448	153	6.2
	ভবিষ্যত	1,902	53	2.8
	নির্মানাধীন	5,124	415	8.1
	সকল ক্যাটাগরি	7,026	468	6.7
সার্কিট দৈর্ঘ্য (কিমি)	নতুন	9,291	660	7.1
	উন্নয়ন-Improvement	3,427	221	6.4
	ভবিষ্যত	2,443	72	2.9

নির্মানাধীন	10,275	809	7.9
সকল ক্যাটাগরি	12,718	880	6.9



চিত্র।6 : থাইল্যান্ডে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইন এবং গুরুত্বপূর্ণ পাখি ও জীববৈচিত্র্য এলাকা (IBA)। মোটা লাইনগুলি প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের অংশকে নির্দেশ করে যা IBA-কে ছেদ করবে।

আলোচনা

Thailand Power Plan-এ জাতীয় বিদ্যুৎ গ্রিডের যথেষ্ট প্রসারের আহ্বান জানানো হয়েছে যার মধ্যে পাখি এবং অন্যান্য প্রাণী প্রজাতি সংরক্ষণের জন্য গুরুত্বপূর্ণ এলাকাও রয়েছে। যদি সকল প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ

লাইন নির্মাণ করা হয়, তাহলে তা মার্চ 2017-এর হিসাবের তুলনায় জাতীয় গ্রিডের মোট সার্কিট দৈর্ঘ্য 38 শতাংশ বৃদ্ধি পাবে(IRENA, 2017) । প্রস্তাবিত সম্প্রসারণের বেশিরভাগই বিদ্যমান রুটগুলির উন্নয়নের পরিবর্তে নতুন সড়কের নির্মাণ কাজ (সংশ্লিষ্ট সড়ক নির্মাণ, গাছপালা পরিষ্কার, মাটি স্থানান্তর ইত্যাদি) অন্তর্ভুক্ত করবে, তাই প্রাণীদের অক্ষত বাসস্থানের উপর বিঘ্ন ঘটার সম্ভাবনা প্রবল।

চারটি IBA-তে পাখির জনসংখ্যার ক্ষতির সম্ভাবনা বেশি কারণ এই এলাকায় প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইন উন্নয়নের ব্যাপ্তি বেশি। খাও ইয়াই ন্যাশনাল পার্ক, ব্যাংকক থেকে প্রায় 100 কিলোমিটার উত্তর -পূর্বে থাইল্যান্ডের তৃতীয় বৃহত্তম জাতীয় উদ্যান এবং সেখানে 80 শতাংশই বনভূমি। এটি দং ফায়ায়েন-খাও ইয়াই ফরেস্ট কমপ্লেক্সের একটি অংশ যা একটি ন্যাচরাল ওয়ার্ল্ড হেরিটেজ সিরিয়াল সাইটও বটে। খাও ইয়াই হল বৈশ্বিকভাবে হুমকির মুখে থাকা সিলভার অরিওল পাখির একটি অন্যতম শীতকালীন বাসস্থান এবং এটি বিশ্বব্যাপী হুমকির কাছে থাকা বা ঝুঁকিপূর্ণ অন্যান্য পাখির প্রজাতিরও বাসস্থান যার মধ্যে রয়েছে বাদামী হর্নবিল, গ্রেট হর্নবিল, ওরিয়েন্টাল ডার্টার, স্পট-বিল্ড পেলিকান, পেইল-ক্যাপড কবুতর, এবং কোরাল-বিল্ড গ্রাউন্ড-কোকিল(BLI, 2021a; IUCN and UNEP, 2017) । প্রস্তাবিত নতুন বিদ্যুৎ লাইন যার দৈর্ঘ্য 34 কিলোমিটার এবং সার্কিট দৈর্ঘ্য 68 কিলোমিটার এই জাতীয় উদ্যানকে বিভক্ত করবে।

দক্ষিণ পেনিনসুলার থাইল্যান্ডের খাও বানথাদ বন্যপ্রাণী অভয়ারণ্য হল চুনাপাথর পাহাড় সমৃদ্ধ একটি চিরসবুজ বন। এই IBA বিশ্বব্যাপী হুমকির সম্মুখীন ওয়ালেস হক ঈগল এবং 32 টি বিশ্বব্যাপী হুমকির কাছে থাকা পাখির বাসস্থান হিসেবে কাজ করে থাকে, যার মধ্যে রয়েছে রিংকেলড হর্নবিল এবং সোনালি গলাযুক্ত বারবেট পাখি।(BLI, 2021c) । প্রস্তাবিত নতুন বিদ্যুৎ লাইন যার দৈর্ঘ্য 73 কিলোমিটার এবং সার্কিট দৈর্ঘ্য 146 কিলোমিটার এই IBA-এর পূর্ব প্রান্তের সীমানা অতিক্রম করে যাবে।

লোয়ার সেন্ট্রাল বেসিন IBA ব্যাংকক শহর সহ চাও ফ্রেয়া নদীর লোয়ার সেন্ট্রাল প্লেইন নিয়ে গঠিত। এই অঞ্চলটি একসময় প্রাকৃতিক জলাভূমি ছিল কিন্তু পরবর্তীতে তা ব্যাপকভাবে ধান চাষে ব্যবহার হয়েছে এবং সেখানে মানুষের জনসংখ্যার ঘনত্ব বেশি, যদিও সেখানে কিছু ছোট ছোট প্যাচ শিকার-নিষিদ্ধ এলাকা হিসাবে সুরক্ষিত রয়েছে। এই IBA নিয়মিতভাবে 20,000 এরও বেশি জলজ পাখিকে ধারণ করে থাকে এবং বিশ্বব্যাপী হুমকির মুখে থাকা পাখি প্রজাতি দ্বারা ব্যবহৃত হয় যার মধ্যে রয়েছে গ্রেটার স্পটেট ঈগল, ইম্পেরিয়াল ঈগল, স্পট-বিল্ড পেলিকান এবং গ্রেটার অ্যাডজুট্যান্ট পাখি।(BLI, 2021d) । লোয়ার সেন্ট্রাল বেসিন IBA -তে 184 কিমি রুট দৈর্ঘ্য এবং 398 কিমি সার্কিট দৈর্ঘ্যের নতুন বিদ্যুৎ লাইনের প্রস্তাব করা হয়েছে, এর সাথে বিদ্যমান বিদ্যুৎ লাইনের উন্নয়ন করা হবে যার রুট দৈর্ঘ্য 85 কিমি এবং সার্কিট দৈর্ঘ্য 113 কিমি।

ব্যাংককের দক্ষিণ -পশ্চিমে মায়ানমারের সীমান্তে অবস্থিত কেং ক্রাচান ন্যাশনাল পার্ক হল থাইল্যান্ডের বৃহত্তম জাতীয় উদ্যান। এটি কায়েং ক্রাচান ফরেস্ট কমপ্লেক্সের একটি অংশ, যা একটি ন্যাচরাল ওয়ার্ল্ড হেরিটেজ সাইট হিসেবে মনোনীত হয়েছে। এই IBA তেনাসেরিম রেঞ্জের পার্বত্য অঞ্চলে বিস্তৃত চিরসবুজ এবং আধা-চিরসবুজ বনভূমি নিয়ে গঠিত এবং এখানে দেশের যেকোনো একক স্থানে সর্বাধিক সংখ্যক রেকর্ড করা পাখির প্রজাতি রয়েছে। কমপক্ষে পাঁচটি বিশ্বব্যাপী হুমকির মুখে থাকা পাখির প্রজাতি (প্লেইন-পাউচড হর্নবিল, ব্লু-ব্যান্ডড কিংফিশার, হোয়াইট-ফ্রন্টেড স্কপস পেঁচা, সিলভার অরিওল এবং গ্রে-সাইডেড থ্রাশ) কায়েং ক্রাচানে দেখা যায়, এছাড়াও কমপক্ষে বিশ্বব্যাপী হুমকির কাছে থাকা 25 টি প্রজাতিও রয়েছে(BLI, 2021b) । প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের উন্নতি 40 কিলোমিটার রুট দৈর্ঘ্য এবং 80 কিলোমিটার সার্কিট দৈর্ঘ্য এই IBA-এর পূর্ব প্রান্তের সীমানা অতিক্রম করে যাবে।

থাইল্যান্ডে বিদ্যুৎ লাইন ডেভেলপমেন্টের ফলে পাখি নয় এমন বন্যপ্রাণীর জীববৈচিত্র্যকে প্রভাবিত করার সম্ভাবনাও রয়েছে। প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের মাধ্যমে যে IBA-গুলি ছেদ করা হবে সেগুলি IUCN দ্বারা লাল তালিকাভুক্ত স্তন্যপায়ী প্রাণীদের ধারণ করে থাকে যেমন, এশিয়ান হাতি, গুয়ার, বাঘ, মেঘলা চিতাবাঘ, এশিয়ান সোনালি বিড়াল, ঢোল-dhole, এশিয়ান জায়ান্ট কচ্ছপ, পিগ-টেইলড ম্যাকাক,

পাইলিয়েটেড গিবন এবং পূর্ব এশিয়ান শজারু। লাল তালিকাভুক্ত সরীসৃপ এবং উভচর প্রাণী, যেমন এশিয়ান জায়ান্ট কচ্ছপ, চান্তাবুরি ওয়ার্টেড ট্রিফ্রগ এবং থাই স্লেন্ডার টোড, এই IBA-তে দেখা যায়। আর্বোরিয়াল প্রাইমেট এবং বাদুড়ের বিদ্যুৎ লাইনের সংস্পর্শ জনিত মৃত্যুর ঝুঁকি রয়েছে,এবং বিদ্যুৎ লাইনের পথে গাছপালা কাটার ফলে মাটিতে বসবাসকারী স্তন্যপায়ী প্রাণী এবং হার্পটাইলদের আবাসস্থলের ক্ষতি হতে পারে (পরিশিষ্ট 4 দেখুন)। ক্যানোপিতে ব্রেকের কারণে আর্বোরিয়াল প্রজাতির আবাসস্থল বিভক্ত হয়ে পড়বে এবং বিশেষ করে গিবনের মতো প্রজাতির জন্য ক্ষতিকর হতে পারে যা কঠোরভাবে আর্বোরিয়াল এবং কখনও মাটিতে নেমে ক্যানোপি ব্রেক অতিক্রম করে না।

আমরা IBA -তে বিদ্যুৎ লাইনের প্রভাব বেছে নিয়েছি কারণ পাখি এবং অন্যান্য প্রজাতি সংরক্ষণের জন্য এই এলাকার মূল্য অনেক বেশি এবং সুপ্রতিষ্ঠিত। তবে, IBA-এর বাইরে নতুন বা উন্নত বিদ্যুৎ লাইনগুলি জীববৈচিত্র্যের উপরেও প্রভাব বিস্তার করবে। থাইল্যান্ড পূর্ব এশিয়ান-অস্ট্রেলাসিয়ান ফ্লাইওয়ের মধ্যে রয়েছে, যেখানে লক্ষ লক্ষ পরিযায়ী পাখি আর্কটিক, দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়া এবং অস্ট্রেলেশিয়ার শীতকালীন প্রজননক্ষেত্রের মধ্যে ভ্রমণ করে থাকে। থাইল্যান্ডের মধ্য দিয়ে ভ্রমণরত পাখিরা নতুন বিদ্যুৎ লাইনের মুখোমুখি হতে পারে এবং ক্ষতিগ্রস্ত হতে পারে, যার মধ্যে IBA-এর বাইরে থাকা স্টপওভার সাইটগুলিও রয়েছে।

পাখি এবং অন্যান্য প্রজাতির উপর বিদ্যুৎ লাইনের প্রভাব কমাতে বিভিন্ন বিকল্প রয়েছে। প্রজাতির উপর প্রভাব যেখানে অগ্রহণযোগ্য, যেমন পিএ এবং গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থলের প্যাচগুলি, এগুলি এড়ানোর জন্য বিদ্যুৎ লাইনগুলির রুট নতুন করে নির্ধারণ করা উচিত। যেখানে পুনরায় রুট নির্ধারণ করা সম্ভব নয় সেখানে মাটির নিচে বিদ্যুতের লাইন নিয়ে যাওয়া শ্রেয় হতে পারে (Silva et al., 2014) , বিদ্যুতায়িত হওয়া এবং লাইনের সাথে সংঘর্ষ হওয়া থেকে পাখির মৃত্যু এড়ানোর ব্যবস্থা নেওয়া ব্যয়বহুল হতে পারে এবং নির্মাণের সময়েও প্রাণীদের উপর প্রভাব ফেলতে পারে। যেখানে পুনরায় রুট করা বা মাটির নিচে নেওয়া সম্ভব নয়, সেখানে পাখির মৃত্যুহার কমাতে বিভিন্ন ধরনের মিটিগেশন ব্যবস্থা সফলভাবে ব্যবহার করা হয়েছে: এমন ব্যবস্থা যা পাখিদের লাইনে আটকাতে বাধা দেয় (যেমন, ঘূর্ণায়মান আয়না, ব্রাশ ডিফ্লেক্টর এবং স্পাইক), এমন ব্যবস্থা যা বিদ্যুতের তার থেকে পাখিদের দূরে রাখে (যেমন, ইনসুলেটর ক্যাপ এবং তারের পুনর্গঠন), এবং সংঘর্ষ কমাতে তারের দৃশ্যমানতা বাড়ানোর ব্যবস্থা নেওয়া (যেমন, ফ্লাইট ডাইভার্টার এবং তারের চিহ্নিতকরণ)। এই ব্যবস্থাগুলির কার্যকারিতার ক্ষেত্রে ভিন্নতা রয়েছে, তবে কিছু কিছু ব্যবস্থা 91 শতাংশ পর্যন্ত মৃত্যুর হার কমাতে পারে বলে দেখা গেছে(Barrientos et al., 2012; Dixon et al., 2018, 2019) , এবং অনেকগুলি অপেক্ষাকৃত কম খরচে এবং প্রযুক্তিগতভাবে ইনস্টল করা সহজ(Mahood, 2021) । প্রাইমেটদের আবাসস্থল অতিক্রম করে যাওয়া বিদ্যুৎ লাইনের কারণে মৃত্যুহার কমাতে মিটিগেশন ব্যবস্থা দেখা যায়, যেমন প্রাইমেটদের উপরে পৌঁছাতে বাধা দেওয়ার জন্য বিদ্যুৎলাইনের খুঁটিতে ধাতব শিল্ড বসানো।

আমাদের বিশ্লেষণে ব্যবহৃত বিদ্যুৎ লাইন রুটগুলি কিছুটা স্থানীয় অস্পষ্টতায় ভুগছে কারণ সেগুলি একটি দেশীয়-স্কেলের মানচিত্র থেকে ম্যানুয়ালি ডিজিটাইজ করা হয়েছিল, যেটি IBA-র সঙ্গে ওভারল্যাপ সম্পর্কে আমাদের সিদ্ধান্তকে প্রভাবিত করতে পারে। এই সমস্যাটি সবচেয়ে তীব্র সেসব এলাকায় যেখানে একটি প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইন রুট IBA-এর সীমানার কাছাকাছি পড়েছে এবং ছোট কোনো স্থানিক ত্রুটির কারণে ওভারল্যাপ না থাকলেও সেখানে তা দেখানো হতে পারে, বিশেষ করে যেখানে রুটগুলি উদ্দেশ্যপ্রণোদিতভাবে PA- এর সীমানার বাইরে ডিজাইন করা হয়েছে। এই কারণে, আমাদের জাতীয় স্কেল বিশ্লেষণ প্রাথমিক স্ক্রিনিং টুল হিসাবে সবচেয়ে উপযুক্ত এবং সূক্ষ্ম-স্কেল, প্রকল্প-স্তরের বিশ্লেষণগুলি সেই অঞ্চলগুলিতে বিবেচনা করা উচিত যেখানে বিষয়টি উঠে এসেছে। তবে, আমরা লক্ষ্য করি যে, যেসব বিদ্যুৎ লাইনে IBA -র মধ্যে নেই কিন্তু কাছাকাছি রয়েছে সেগুলোও জীববৈচিত্র্যকে প্রভাবিত করার সম্ভাবনা রাখে, বিশেষ করে ভ্রাম্যমাণ পাখির প্রজাতি যা প্রায়ই IBA-এর সীমানা অতিক্রম করে থাকে।

অবদানসমূহ

এই প্রতিবেদনটি ম্যাট বেল (WTI), টাইলার ক্রিচ (CLLC), রব অ্যামেন্ট (CLLC/WTI), গ্রেস স্টোনসাইফার (CLLC) এবং টনি ক্লিভেঞ্জার (WTI) মিলে প্রস্তুত করেছেন। চৈতন্য কৃষ্ণ (পরামর্শক বন্যপ্রাণী জীববিজ্ঞানী, ভারত) এবং পেচ মনোপাউইতির (পরামর্শক সংরক্ষণ বিজ্ঞানী, থাইল্যান্ড) এই প্রতিবেদন তৈরিতে অবদান রেখেছেন।

বিশ্লেষণ 6: মঙ্গোলিয়ায় পরিকল্পিত পাকা সড়ক এবং রেলপথের কারণে খুলান এবং গয়টার্ড গাজেলের উপর সম্ভাব্য প্রভাব

দক্ষিণ -পূর্ব মঙ্গোলিয়ায় গোবি তৃণভূমি ইকোসিস্টেম মাইগ্রেটরি ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদের একটি অন্যতম অক্ষত ইকোসিস্টেম হিসেবে কাজ করে থাকে(Ito et al., 2013; Joly et al., 2019) এবং খুলান ও গয়টার্ড গাজেলের একটি বিশাল জনসংখ্যার বাসস্থানও এই স্থানটি(Buuveibaatar et al., 2017) । দক্ষিণ -পূর্ব মঙ্গোলিয়ায় প্রতি বছর যেকোনো প্রজাতির চেয়ে সর্বোচ্চ পথ পাড়ি দিয়ে থাকে যে প্রাণী সেটি হল খুলান-এটি বছরে 6,145 কিমি পর্যন্ত পথ পাড়ি দিতে পারে(Joly et al., 2019) । খুলান এবং গয়টার্ড গাজেল উভয়ই মাইগ্রেটরি হিসেবে বিবেচিত হয়, তবে তারা প্রতিটি ঋতুতে একই পথ অনুসরণ করে না; তারা যাযাবরের মত চলাচল করে থাকে বিশেষ করে যেখানে বৃষ্টিপাতের কারণে পর্যাপ্ত খাদ্য পাওয়া যায় সেখানেই এরা চলাচল করে থাকে।(Batsaikhan et al., 2014) । IUCN রেড লিস্টে গয়টার্ড গাজেলকে বিপন্ন আর খুলানকে আশঙ্কাজনক হিসাবে তালিকাভুক্ত করা হয়েছে এবং উভয় প্রজাতিকেই Convention on Migratory Species-এর মাধ্যমে সংরক্ষণ করা হয়েছে। অতীতের তুলনায় বর্তমানে মানুষের প্রভাব বাড়ার ফলে উভয় প্রজাতির জনসংখ্যা নাটকীয়ভাবে হ্রাস পেয়েছে, যা গোবি তৃণভূমি ইকোসিস্টেমকে তাদের সংরক্ষণের জন্য একটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ ক্ষেত্রে পরিণত করেছে(Wingard et al., 2014a) ।

তবে, মঙ্গোলিয়ার LI নেটওয়ার্কের সম্প্রসারণের ফলে গোবি স্টেপ ইকোসিস্টেমের অখণ্ডতা হুমকির মুখে পড়েছে। খনিজ ও জীবাশ্ম জ্বালানি উত্তোলনের এলাকাগুলিতে অ্যাক্সেস বাড়ানোর জন্য অসংখ্য রেলপথ পরিকল্পিত বা নির্মাণাধীন আছে, সেই সাথে মানব বসতিগুলিকে সংযুক্ত করতে এবং মানুষ ও পণ্য পরিবহনের সুবিধার্থে নতুন পাকা সড়কও তৈরি করা হচ্ছে(Batsaikhan et al., 2014) । নতুন অবকাঠামো তৈরি হওয়ার সাথে সাথে এটি প্রাকৃতিক ভূমির মধ্যে বিভাজন ও ক্ষুরযুক্ত প্রাণীর আবাসস্থলকে বিভক্ত করে এবং চলাচলে বাধা সৃষ্টি করে(Ito et al., 2013) । পূর্ববর্তী গবেষণায় দেখা গেছে যে খুলান রেলপথ দ্বারা প্রভাবিত হয় যেগুলি সাধারণত বেড়াযুক্ত হয়; একটি গবেষণায় দেখা গেছে যে পূর্ব মঙ্গোলিয়ায় ট্রান্স মঙ্গোলিয়া রেলপথ এসব প্রাণীর নিয়ন্ত্রিত চলাচলে বাধা সৃষ্টি করে, যা খুলানের একটি জনসংখ্যাকে পূর্ব দিকে থাকা একটি উপযুক্ত বাসস্থান থেকে বিচ্ছিন্ন করে ফেলে।(Kaczensky et al., 2011) । মঙ্গোলিয়া এবং চীনের সীমান্ত যা প্রায় পুরোপুরি বেড়াযুক্ত - এটিও দক্ষিণ মঙ্গোলিয়ায় এসব প্রাণীর চলাচলের ক্ষেত্রে বাধা তৈরি করে(Linnell et al., 2016) । আবাসস্থলকে বিভক্ত করা এবং প্রাণীর চলাচল সীমিত করার পাশাপাশি LI দ্বারা মানুষের সহজতর অ্যাক্সেসে ফলে এসব প্রাণীদের আরও বেশি শিকার করার সম্ভাবনা রয়েছে(Kaczensky et al., 2006) বা মানুষের জনসংখ্যার ঘনত্ব বেড়ে গেলে এসব প্রাণী সেই অঞ্চলগুলি এড়িয়ে যেতে চাইবে(Batsaikhan et al., 2014) ।

এখানে, আমরা মঙ্গোলিয়ার দক্ষিণাঞ্চলের খুলান এবং গয়টার্ড গাজেলের একটি নমুনার হোম রেঞ্জ এবং চলাচলের উপর পরিকল্পিত LI -এর সম্ভাব্য প্রভাবগুলি দেখানোর জন্য একটি স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনা করেছি।

পদ্ধতি

আমরা ওয়াইল্ডলাইফ কনজারভেশন সোসাইটির মঙ্গোলিয়া প্রোগ্রাম থেকে 20টি খুলান এবং 20টি গয়টার্ড গাজেলের টেলিমেট্রি তথ্য পেয়েছি, সেই সঙ্গে পরিকল্পিত এবং বিদ্যমান পাকা সড়ক এবং পরিকল্পিত, নির্মাণাধীন এবং বিদ্যমান রেলপথের স্থানিক তথ্যও পেয়েছি। পৃথক ভূমি ব্যবস্থাপনা এবং উন্নয়নের ব্যাপ্তির ক্ষেত্রে প্রাণীদের আবাসস্থল ব্যবহার সংক্রান্ত গবেষণার অংশ হিসেবে কলার পরানো প্রাণীগুলিকে সংগ্রহ করা হয়, এবং এই নমুনা খুলান বা গয়টার্ড গেজেলের আসল জনসংখ্যার পরিসীমাকে প্রতিনিধিত্ব করে না। আমরা গেজেলকে কলার পরানো এবং আবার তা খুলে নেওয়ার সময়সীমার অবস্থানগত ডেটা পয়েন্টগুলি বাদ দিয়েছি।

আমরা দুটি উপায়ে কলার্ড গেজেলের উপর বিদ্যমান এবং পরিকল্পিত LI এর সম্ভাব্য প্রভাব অনুসন্ধান করেছি। প্রথমত, আমরা LI এবং হোম রেঞ্জের ওভারল্যাপ পরীক্ষা করে ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদের আবাসস্থলের উপর সম্ভাব্য প্রভাবগুলি দেখেছি। আমরা 95% কার্নেল ঘনত্ব অনুমান (KDI) কনট্যুর-contour ব্যবহার করে প্রতিটি ব্যক্তির জন্য হোম রেঞ্জ ম্যাপ করেছি(Leonard, 2017) এবং হোম রেঞ্জের গণনা করেছি। চীনে নির্দিষ্ট স্থানের অভাবের কারণে খুলানের হোম রেঞ্জ কেবল মঙ্গোলিয়ার অভ্যন্তরে সীমাবদ্ধ ছিল। আমরা তখন নির্দিষ্ট হোম রেঞ্জ পলিগনের সাথে LI তথ্য মিলিয়ে দেখেছি এবং উভয় প্রজাতির জন্য প্রতিটি হোম রেঞ্জে প্রতিটি LI টাইপের গড় দৈর্ঘ্য গণনা করেছি। আমরা প্রতিটি প্রজাতির জন্য মানচিত্র তৈরি করেছি যেখানে দেখানো হয়েছে যে হোম রেঞ্জগুলির সাথে সবচেয়ে বড় ওভারল্যাপ রয়েছে এবং যেখানে পরিকল্পিত LI-এর কারণে প্রাণীদের হোম রেঞ্জের অংশগুলিতে অ্যাক্সেসে বাধা তৈরি হতে পারে।

তারপরে আমরা কলারযুক্ত প্রাণীদের সংযোগের জন্য LI এর সম্ভাব্য প্রভাবগুলি পরীক্ষা করতে প্রতিটি প্রাণী বিদ্যমান এবং পরিকল্পিত LI রুট কতবার অতিক্রম করেছে তা গণনা করেছি। ক্রসিং স্থানগুলি টেলিমেট্রি ডেটা থেকে অনুমান করা হয়েছিল যে ধারাবাহিক অবস্থানের ডেটা পয়েন্টের মধ্যে একটি সরল রেখার ভ্রমণ পথের ইঙ্গিত রয়েছে এবং পয়েন্টের মধ্যে সর্বোচ্চ আট ঘন্টা পর্যন্ত ব্যবধান থাকতে পারে।। প্রতিবার যখনই একটি প্রাণীর পথে LI বৈশিষ্ট্যের সাথে ছেদিত হয়েছে, তখনই তা একটি ক্রসিং লোকেশন হিসাবে গণনা করা হয়েছে। বিশেষ করে উচ্চ ক্রসিং ঘনত্বের যে কোন এলাকা চিহ্নিত করার জন্য আমরা এই ক্রসিং লোকেশনের মানচিত্রও তৈরি করেছি।

ফলাফল

গয়টার্ড গেজেল

গয়টার্ড গেজেল গড়ে 310 দিনের জন্য ট্র্যাক করা হয়েছিল, 13 টি প্রাণীর জন্য প্রতি নির্দিষ্ট পয়েন্টের মধ্যে এক ঘণ্টার মিডিয়ান ব্যবধান এবং সাতটি প্রাণীর জন্য আধা ঘন্টার মিডিয়ান ব্যবধান পাওয়া গেছে। সকল রেকর্ডিং 10/14/2018 (12 টি প্রাণী) বা 10/18/2018 (আটটি প্রাণী) থেকে শুরু হয়েছিল। সংক্ষিপ্ততম ট্র্যাকিং সময়কাল মাত্র 16 দিন স্থায়ী হয়েছিল যা 10/30/2018 তারিখে শেষ হয়েছে, আর দীর্ঘতম ট্র্যাকিং সময়কাল 485 দিন স্থায়ী হয়েছিল যা 2/11/2020 তারিখে শেষ হয়েছে।

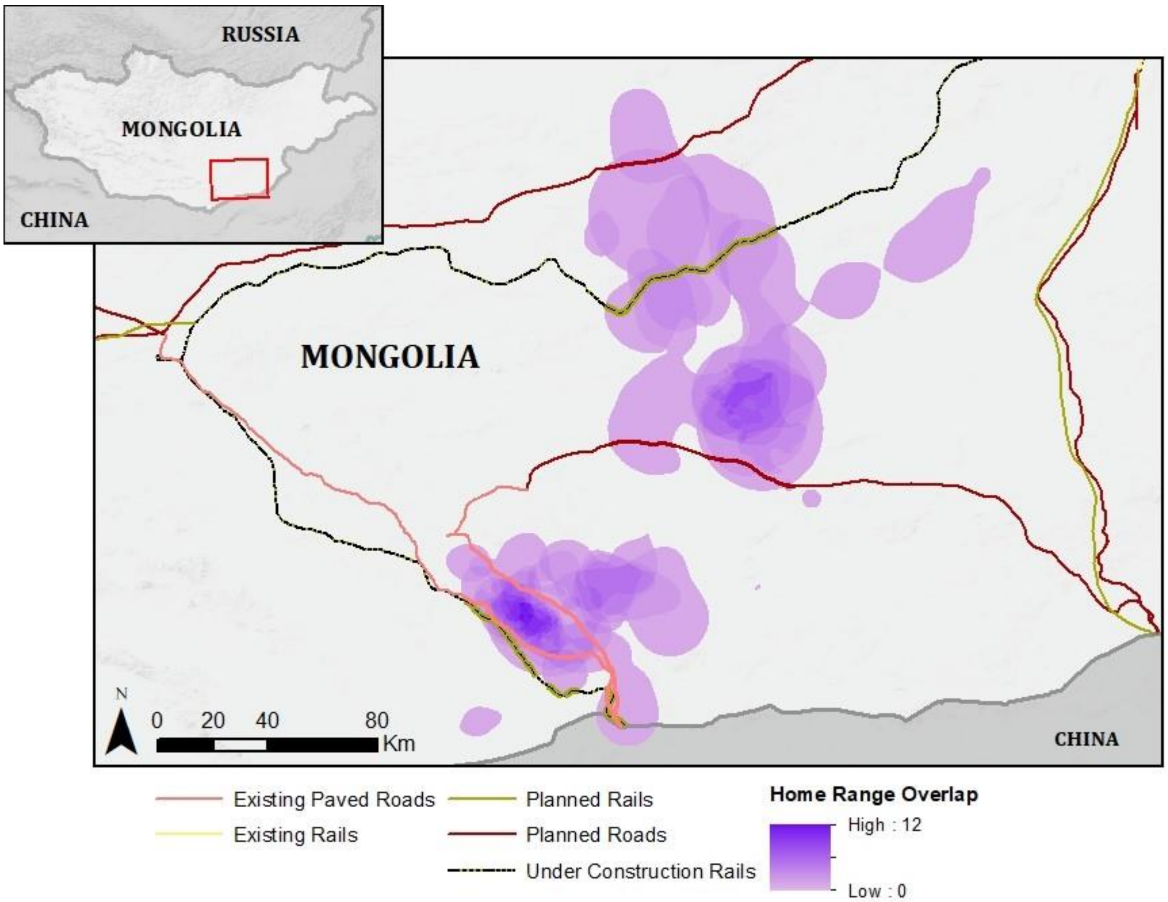
20টি গয়টার্ড গাজেল দুটি স্বতন্ত্র এলাকা দখল করে - একটি দক্ষিণে চীনের সীমান্তের কাছে এবং আরেকটি উত্তর -পূর্ব দিকে (চিত্র17)। গড়ে গয়টার্ড গাজেলের হোম রেঞ্জ পাওয়া গেছে 143,977 হেক্টর; সবচেয়ে ছোট হোম রেঞ্জ ছিল 677 হেক্টর, এবং সবচেয়ে বড় ছিল 380,688 হেক্টর (টেবিল15)। হোম রেঞ্জের আকারের বড় তারতম্য সম্ভবত ট্র্যাকিং সময়ের দৈর্ঘ্যের বড় তারতম্যের কারণে হয়েছে, কারণ যে প্রাণীকে শুধুমাত্র 16 দিনের জন্য ট্র্যাক করা হয়েছিল তার হোম রেঞ্জ সবচেয়ে ছোট ছিল। প্রতিটি হোম রেঞ্জের মধ্য দিয়ে গড়ে 21.5 কিমি আর সর্বোচ্চ 130.5 কিমি বিদ্যমান সড়ক রয়েছে যার সবগুলিই দক্ষিণাঞ্চলে অবস্থিত। হোম রেঞ্জ ওভারল্যাপের সর্বোচ্চ ঘনত্ব সরাসরি দুটি বিদ্যমান সড়কের মধ্যে ঘটেছে। গড়ে 6..4 কিমি পরিকল্পিত সড়কের অ্যালাইনমেন্ট প্রতিটি গাজেলের হোম রেঞ্জের সাথে ওভারল্যাপ হয় এবং গাজেল হোম রেঞ্জে গড়ে 13.43 কিমি রেলপথের নির্মাণ কাজ চলছে। কোনো পরিকল্পিত রেল বা বিদ্যমান রেল গাজেল হোম রেঞ্জের সাথে ওভারল্যাপ হয় না। একটি গাজেলের হোম রেঞ্জ সীমান্তের ওপারে চীন পর্যন্ত বিস্তৃত রয়েছে; চীনে প্রাণীদের একাধিক নির্দিষ্ট স্থান থাকার কারণে আমরা আমাদের বিশ্লেষণে তা বহাল রেখেছি।

টেবিল15 : 20টি গয়টার্ড গাজেলের হোম রেঞ্জের সাথে LI মোডের ওভারল্যাপ

টেবিল 15: 20টি গয়টার্ড গাজেলের হোম রেঞ্জের সাথে LI মোডের ওভারল্যাপ

	ওভারল্যাপের দৈর্ঘ্য

	এলাকা (হেক্টর)	পরিকল্পিত সড়ক (কিমি)	পরিকল্পিত রেল (কিমি)	নির্মাণাধীন রেল (কিমি)	বিদ্যমান সড়ক (কিমি)	বিদ্যমান রেল (কিমি)
গড়	143,977	6.40	0	13.43	21.50	0
ন্যূনতম	677	0	0	0	0	0
সর্বোচ্চ	380,688	57.95	0	55.79	130.50	0



চিত্র।7 : লিনিয়ার ইনফ্রাস্ট্রাকচার যেগুলো 20টি গাজেলের হোম রেঞ্জের সাথে ওভারল্যাপ করে। মোটা লাইনগুলি নির্দেশ করে যে বিদ্যমান বা পরিকল্পিত LI হোম রেঞ্জের সাথে কোথায় কোথায় ছেদ করে।

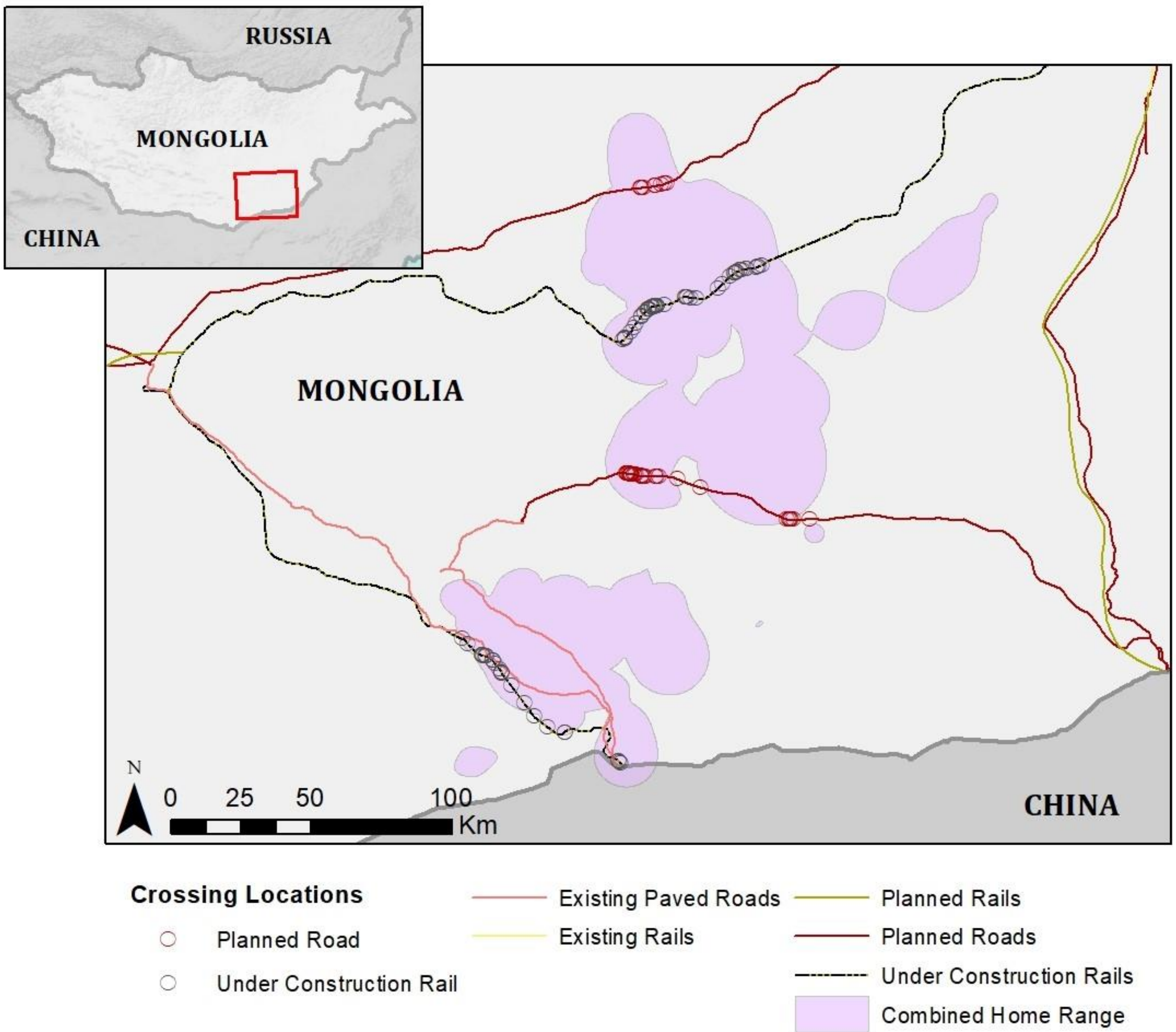
এই গবেষণায় ট্র্যাক করা গয়টার্ড গেজেল প্রতি বছর গড়ে 1.82 বার পরিকল্পিত সড়কগুলি অতিক্রম করেছে, এবং কখনও পরিকল্পিত রেলপথ অতিক্রম করেনি (টেবিল16)। এগুলি প্রতিবছর গড়ে 3.8 বার নির্মাণাধীন রেলপথ অতিক্রম করেছে। গাজেল কখনও বিদ্যমান রেলগুলি অতিক্রম করেনি কিন্তু বিদ্যমান সড়কগুলি বছরে গড়ে 3.45 বার অতিক্রম করেছে। অর্ধেক সংখ্যক গাজেল পরিকল্পিত সড়ক বা কমপক্ষে একবার নির্মাণাধীন রেল অতিক্রম করেছে। গাজেল ক্রসিং লোকেশনগুলি পরিকল্পিত সড়কের অ্যালাইনমেন্টের দিকেই কেন্দ্রীভূত ছিল এবং নির্মাণাধীন রেলপথ বরাবর সমানভাবে বিস্তৃত ছিল। (চিত্র18)।

টেবিল।6 : প্রতি বছর 20 টি গয়টার্ড গাজেলের LI ধরনের ক্রসিংয়ের হার

টেবিল 16: প্রতি বছর 20 টি গয়টার্ড গাজেলের L1 ধরনের ক্রসিংয়ের হার

ক্রসিং রেট (ক্রসিংস/ইয়ার)

	পরিকল্পিত সড়ক	পরিকল্পিত রেল	নির্মাণাধীন রেল	বিদ্যমান সড়ক	বিদ্যমান রেল
গড়	1.82	0	3.80	5.79	0
ন্যূনতম	0	0	0	0	0
সর্বোচ্চ	24.28	0	19.73	31.00	0



চিত্র14 : যেসব স্থানে 20টি গয়টার্ড গাজেল পরিকল্পিত রেল, পরিকল্পিত সড়ক এবং নির্মাণাধীন রেল অতিক্রম করেছে।

খুলান

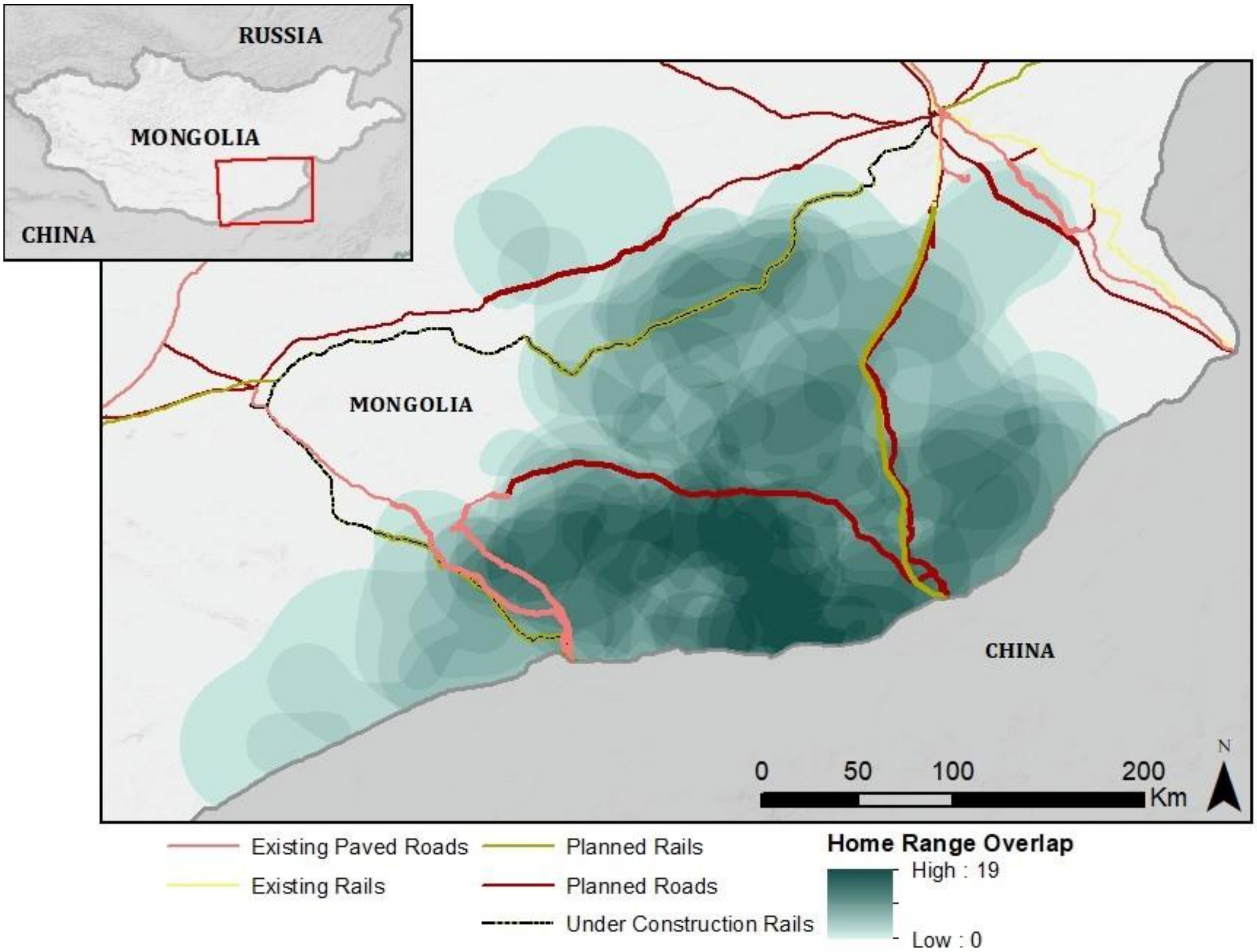
খুলানকে গড়ে 623 দিনের জন্য ট্র্যাক করা হয়েছিল, যার মাঝখানে এক ঘণ্টার ব্যবধান ছিল। সকল রেকর্ডিং 8/23/2013 এবং 8/30/2018 এর মধ্যে শুরু হয়েছিল। সংক্ষিপ্ততম ট্র্যাকিং সময়কাল 270 দিন স্থায়ী হয়েছিল যা 5/26/2014 তারিখে শেষ হয়েছিল এবং দীর্ঘতম ট্র্যাকিং সময়কাল 727 দিন স্থায়ী হয়েছিল যা 8/21/2015 তারিখে শেষ হয়েছিল।

খুলান হোম রেঞ্জগুলি গয়টার্ড গাজেলের চেয়ে বড় ছিল, যার গড় আকার 2,643,885 হেক্টর (টেবিল17 ,চিত্র19)। ক্ষুদ্রতম হোম রেঞ্জ ছিল 328,492 হেক্টর এবং সবচেয়ে বড় ছিল 5,340,698 হেক্টর। প্রায় 215 কিলোমিটার নতুন সড়ক এবং 83 কিলোমিটার নতুন রেল 20টি খুলান হোম রেঞ্জের ভেতর দিয়ে গড়ে তোলার পরিকল্পনা করা হয়েছে, এবং প্রতিটি হোম রেঞ্জের সাথে গড়ে 102.27 কিলোমিটার নির্মাণাধীন রেলপথের ওভারল্যাপ হবে। এখানে 101.93 কিমি বিদ্যমান সড়ক রয়েছে যা ইতিমধ্যেই খুলানের হোম রেঞ্জের সাথে ওভারল্যাপ করে, আর বিদ্যমান রেলপথের মাত্র 0.03 কিমি একটি খুলানের হোম রেঞ্জের সাথে ওভারল্যাপ করে। যদিও কিছু খুলানের জন্য KDE অ্যালগরিদম দ্বারা প্রাপ্ত হোম রেঞ্জগুলি চীন পর্যন্ত বিস্তৃত হয়েছিল, সীমান্তের বেড়া এবং চীনের মধ্যে কোনও নির্দিষ্ট স্থানের রেকর্ডিংয়ের অভাবের কারণে এই অঞ্চলটি মোট গণনার মধ্যে অন্তর্ভুক্ত করা হয়নি।

টেবিল17 : 20টি খুলানের হোম রেঞ্জের সাথে LI মোডের ওভারল্যাপ

টেবিল 17: 20টি খুলানের হোম রেঞ্জের সাথে LI মোডের ওভারল্যাপ

	ওভারল্যাপের দৈর্ঘ্য					
	এলাকা (হেক্টর)	পরিকল্পিত সড়ক (কিমি)	পরিকল্পিত রেল (কিমি)	নির্মাণাধীন রেল (কিমি)	বিদ্যমান সড়ক (কিমি)	বিদ্যমান রেল (কিমি)
গড়	2,643,885	214.84	82.66	102.27	101.93	0.001
ন্যূনতম	328,492	20.74	0	0	0	0
সর্বোচ্চ	5,340,698	606.09	231.86	317.73	243.05	0.03



চিত্র19 : লিনিয়ার ইনফ্রাস্ট্রাকচার 20 টি খুলালের হোম রেঞ্জের সাথে ওভারল্যাপ করে। মোটা লাইনগুলি নির্দেশ করে যে বিদ্যমান বা পরিকল্পিত LI হোম রেঞ্জের সাথে কোথায় কোথায় ছেদ করে।

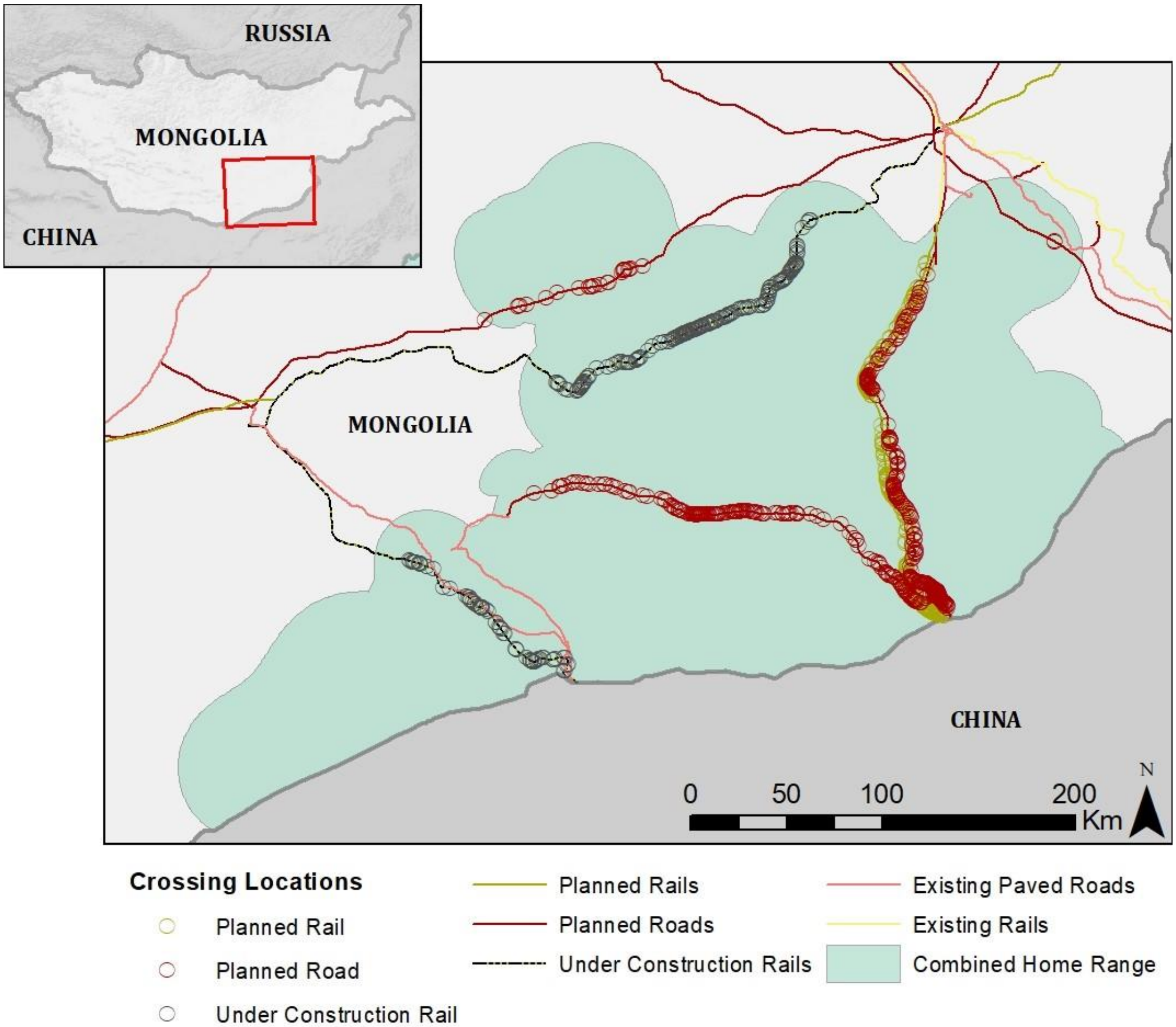
এই গবেষণায় ট্র্যাক করা খুলান প্রতি বছর গড়ে 23.9 বার পরিকল্পিত সড়কগুলি এবং 10.4 বার পরিকল্পিত রেলপথ অতিক্রম করেছে(টেবিল18)। এগুলি প্রতি বছর গড়ে 8.9 বার নির্মাণাধীন রেলপথ অতিক্রম করেছে। খুলান বিদ্যমান পাকা সড়কগুলি বছরে গড়ে 5.0 বার অতিক্রম করে এবং কখনও বিদ্যমান রেলপথ অতিক্রম করে না। গবেষণার সময়কালে প্রতিটি খুলান একটি পরিকল্পিত সড়ক অ্যালাইনমেন্ট অন্তত দুই বার অতিক্রম করেছে যেখানে এক বছরে ক্রসিং হার ছিল 76.6 এবং এর মধ্যে একটি খুলান তা 101 বার অতিক্রম করেছে। ক্রসিং লোকেশনগুলি সাধারণত পরিকল্পিত LI এর সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য বরাবর বিস্তৃত ছিল, এর মধ্যে কিছু উচ্চ- ঘনত্বের এলাকায় ছিল (চিত্র20)।

টেবিল18 : প্রতি বছর 20 টি খুলানের LI ধরনের ক্রসিংয়ের হার

টেবিল 18: প্রতি বছর 20 টি খুলানের LI ধরনের ক্রসিংয়ের হার

	ক্রসিং রেট (ক্রসিংস/ইয়ার)				
	পরিকল্পিত সড়ক	পরিকল্পিত রেল	নির্মাণাধীন রেল	বিদ্যমান সড়ক	বিদ্যমান রেল
গড়	23.87	10.36	8.87	5.01	0

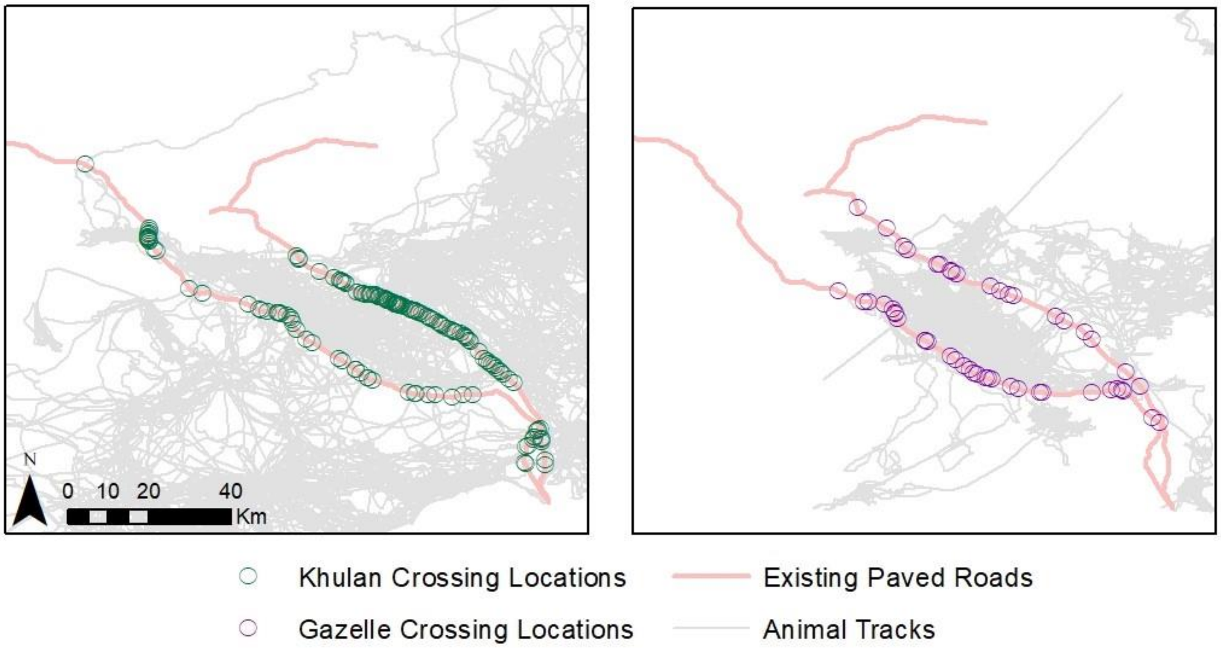
ন্যূনতম	1.29	0	0	0	0
সর্বোচ্চ	76.63	31.17	29.52	26.00	0



চিত্র20 : যেসব স্থানে 20 টি খুলান পরিকল্পিত রেল, পরিকল্পিত সড়ক এবং নির্মাণাধীন রেল অতিক্রম করেছে।

বিদ্যমান সড়ক

দুটি স্টাডির সময়কালে উভয় প্রজাতি বিদ্যমান সড়ক অতিক্রম করেছে, খুলান 176 বার বিদ্যমান সড়ক অতিক্রম করেছে এবং গাজেল মোট 69 বার অতিক্রম করেছে। যদিও এই ক্রসিংগুলি সাধারণভাবে বিদ্যমান সড়কের দৈর্ঘ্য বরাবর বিস্তৃত ছিল, পশ্চিম সড়কের ক্রসিং লোকেশনে খুলানের ক্লাস্টারিং দেখা গেছে, আর পূর্ব সড়কে গাজেলের ক্লাস্টার দেখা গেছে (চিত্র21)।



চিত্র2। : বিদ্যমান পাকা সড়ক জুড়ে খুলান এবং গয়টার্ড গাজেলের ক্রসিং লোকেশনসমূহ।

আলোচনা

আমাদের খুলান এবং গয়টার্ড গাজেলের ছোট নমুনার বিশ্লেষণ থেকে জানা যায় যে দক্ষিণ -পূর্ব মঙ্গোলিয়ায় এই প্রজাতির জনসংখ্যা পরিকল্পিত LI দ্বারা প্রভাবিত হওয়ার সম্ভাবনা রয়েছে। একাধিক পরিকল্পিত সড়ক এবং রেলগুলির অ্যালাইনমেন্ট সরাসরি গয়টার্ড গাজেল এবং খুলানের পর্যবেক্ষণকৃত হোম রেঞ্জের মধ্য দিয়ে চলে গেছে, যা উচ্চমানের খাদ্য খোঁজার জন্য ভূমি জুড়ে এদের চলাচলকে সীমিত করে তোলে। সাধারণত দেখা গেছে যে পাকা সড়কের চেয়ে রেলপথ উভয় প্রজাতির উপর বেশি প্রভাব ফেলবে, কারণ উভয় প্রজাতির কলারযুক্ত প্রাণীগুলি মাঝে মাঝে বিদ্যমান পাকা সড়ক অতিক্রম করে কিন্তু কখনও বিদ্যমান রেলপথ অতিক্রম করেনি। তবে, এই 20টি গাজেলের চলাচল দক্ষিণ হোম রেঞ্জের দুটি বিদ্যমান সড়কর মধ্যে ঘটেছে, যা নির্দেশ করে যে সড়কগুলি গাজেল চলাচলে আংশিক বাধা হিসাবে কাজ করতে পারে। খুলান সড়ক দ্বারা কিছুটা কম প্রভাবিত হয় বলে মনে হয়েছে কিন্তু ব্যক্তিগত চলাচলের ট্র্যাকগুলির একটি পরীক্ষা দেখা যায় যে কিছু খুলান পাকা সড়কের সমান্তরালে থেকে চলাচল করেছে, সম্ভবত এরা সড়ক পার হওয়ার সুযোগ খুঁজছিল। ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদের চলাচলের উপর এই সড়কের সম্পূর্ণ প্রভাব সম্ভবত ট্রাফিক ভলিউমের উপর নির্ভরশীল(Gagnon et al., 2007) ; এই ফলাফল নিশ্চিত করার জন্য আরও কলারযুক্ত প্রাণীকে সাথে নিয়ে অতিরিক্ত গবেষণার প্রয়োজন রয়েছে।

পূর্ববর্তী অনুসন্ধানে জানা যায় যে খুলান কখনই ট্রান্স-মঙ্গোলিয়ান রেলপথকে পূর্বদিকে অতিক্রম করে না, এটা অনুমান করা যায় যে পরিকল্পিত বা বর্তমানে নির্মাণাধীন রেলপথগুলি, যেগুলোতে বেড়া দেওয়া হবে বা হয়েছে, সেগুলি ক্ষুরযুক্ত প্রাণীর চলাচলে বাধা হতে পারে। বিকল্পভাবে, প্রাণী প্রজাতির প্রবেশের জন্য নতুন রেলপথে পর্যাপ্ত নকশা, আকার, প্লেসমেন্ট এবং ফ্রিকোয়েন্সি (স্পেসিং) এর বন্যপ্রাণী পারাপারের অবকাঠামো অন্তর্ভুক্ত করতে হবে; ট্রান্স-মঙ্গোলিয়ান রেলওয়ের তিনটি অংশ থেকে বেড়া সরানোর পর একটি খুলানকে পার হতে দেখা গেছে(Kimbrough, 2020) । খুলনের জন্য রেলপথ বা বেড়া মিটিগেশন ব্যবস্থা ছাড়াই পরিকল্পিত রেলওয়ে অ্যালাইনমেন্ট এই 20টি প্রাণীর সম্মিলিত হোম রেঞ্জকে চারটি নতুন স্বতন্ত্র এলাকায় ভাগ করবে, যা আবাসস্থলের সংযোগকে ব্যাপকভাবে হ্রাস করবে। সর্বাধিক

সংখ্যক হোম রেঞ্জ ওভারল্যাপ হওয়া অঞ্চলের উপর ভিত্তি করে, কলারযুক্ত খুলানগুলি মূলত তিনটি রেলপথ এবং সীমান্তের বেড়ার মধ্যে আটকা পড়বে, যা জেনেটিক আইসোলেশন তৈরি করতে পারে। গয়টার্ড গাজেলের জন্য কলারযুক্ত প্রাণীদের উত্তর দিকে সম্মিলিত হোম রেঞ্জ এলাকা অর্ধেক বিভক্ত হয়ে যাবে; দক্ষিণে এদের সম্মিলিত হোম রেঞ্জ সুদূর পশ্চিম দিকে একটি রেলপথ দ্বারা সামান্য বিভক্ত হবে, যদিও গাজেল 28 বার পরিকল্পিত অ্যালাইনমেন্ট অতিক্রম করেছে। আমাদের ফলাফলগুলি পূর্ববর্তী গবেষণার সাথে মিল রেখে বলা হয়েছে যে আবাসস্থল বিভাজন এই অঞ্চলে ক্ষুরযুক্ত প্রাণীর জনসংখ্যার দীর্ঘমেয়াদী অস্তিত্বকে হুমকির মুখে ফেলতে পারে(Huijser et al., 2013; Ito et al., 2013; UNEP/CMS, 2019) ।

ক্ষুরযুক্ত উভয় প্রাণীই খাদ্যের সন্ধানে নির্দিষ্ট কোন পথের পরিবর্তে ভূমিতে যাযাবরের মত চলাচল করে থাকে , তাই ক্রসিং স্ট্রাকচারের মতো মিটিগেশন ব্যবস্থাগুলি কোথায় স্থাপন করতে হবে তা জানা আরও কঠিন হয়ে পড়েছে। টেলিমেট্রি ডেটা দেখায় যে খুলান এবং গাজেল উভয়ই বর্তমানে নতুন রেলপথ এবং সড়কগুলির জন্য পরিকল্পিত অ্যালাইনমেন্টের সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য বরাবর অতিক্রম করে; যদিও ক্রসিংয়ের ঘনত্বের নির্দিষ্ট কিছু ক্ষেত্র রয়েছে, নমুনার বর্ধিত আকার এবং আরও সম্পূর্ণ ভৌগোলিক উপস্থাপনা সহ অধিকতর গবেষণা প্রয়োজন যাতে এই ক্রসিং অবস্থানগুলি বছরের পর বছর ধরে সামঞ্জস্যপূর্ণ থাকে এবং মিটিগেশনের লক্ষ্য রেখেই করা উচিত।

ক্রসিং স্ট্রাকচার ছাড়াও, পূর্ববর্তী গবেষণায় বিদ্যমান অবকাঠামো অতিক্রম করার অনুমতি দেওয়ার জন্য অথবা বিদ্যমান অবকাঠামোর জন্য নো-ফেন্স জোন বরাদ্দ করার জন্য রেলপথের বেড়া অপসারণ বা পরিবর্তনের পরামর্শ দেওয়া হয়েছে।(Ito et al., 2013) । যেহেতু ট্রেন-গবাদি প্রাণীর সংঘর্ষ রোধ করার জন্য সাধারণত বেড়াগুলি স্থাপন করা হয়, বিশেষত এমন জায়গায় যেখানে কোনো প্রাণীর তেমন বিচরণ নেই সেখানে এই বেড়া কাজে আসতে পারে(Batsaikhan et al., 2014) , যদিও এই সমাধানটি বুনো ক্ষুরযুক্ত প্রাণী এবং ট্রেনের মধ্যে সংঘর্ষ দূর করবে না। যাযাবর প্রজাতির জন্য LI প্রভাবগুলি হ্রাস করার অসুবিধাগুলি বিবেচনায় রেখে, সামগ্রিকভাবে সর্বোত্তম কৌশল হল অ্যাভয়ডেন্স, বা এই প্রজাতিগুলিকে প্রভাবিত করার সম্ভাবনা কম এমন LI অ্যালাইনমেন্ট নির্বাচন করা। তাছাড়া, বিদ্যমান এবং পরিকল্পিত উভয় অবকাঠামো প্রকল্পের ক্রমবর্ধমান প্রভাব মোকাবেলার জন্য আঞ্চলিক স্কেলে পরিকল্পনা গ্রহণ করা অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ(Batsaikhan et al., 2014) ।

পরিশেষে, এটি পুনরায় জোর দেওয়া গুরুত্বপূর্ণ যে হাজার হাজার প্রাণীর জনসংখ্যা থেকে নমুনা নেওয়া 40টি প্রাণীর চলাচল থেকে অনুমিত সম্ভাব্য LI প্রভাবগুলি সম্পূর্ণ জনসংখ্যার উপর প্রভাবের প্রতিনিধিত্ব করতে পারে না। দক্ষিণ -পূর্ব মঙ্গোলিয়ায় খুলান এবং গয়টার্ড গাজেল উপরে দেখানো নির্দিষ্ট হোম রেঞ্জের তুলনায় অনেক বেশি বিস্তৃত এলাকা দখল করে আছে, এবং এই অঞ্চলে প্রস্তাবিত LI এবং ক্ষুরযুক্ত প্রাণীর আবাসের মধ্যে অতিরিক্ত ওভারল্যাপ রয়েছে যা উদ্বেগের সৃষ্টি করতে পারে। আমাদের বিশ্লেষণ এই অঞ্চলে পরিকল্পিত LI এর সম্ভাব্য প্রভাবগুলিকে নিশ্চিত করে এবং ভবিষ্যতে LI উন্নয়নে সংযোগের বিষয়টি বিবেচনা করার প্রয়োজনীয়তা তুলে ধরে; তবে, অল্প সংখ্যক কলারযুক্ত প্রাণীদের দিয়ে ক্রসিং লোকেশনে পুরো জনসংখ্যার প্যাটার্ন বোঝা এবং নির্দিষ্ট মিটিগেশন ব্যবস্থার সুপারিশ করা কঠিন করে তোলে। এই অঞ্চলের অধিকতর গবেষণার মাধ্যমে খুলান এবং গয়টার্ড গাজেলের উপর LI-এর সম্ভাব্য প্রভাবগুলির সম্পূর্ণ ভৌগলিক ক্ষেত্রের উপর আলোকপাত করা যেতে পারে এবং মিটিগেশন ব্যবস্থা এবং অন্যান্য সংরক্ষণের কর্মকান্ডের জন্য নির্দিষ্ট অবস্থানের ব্যাপারে সিদ্ধান্ত নিতে সাহায্য করতে পারে।

অবদানসমূহ

বুভেইবাতার বায়ারবাতার, নারাঙ্গুয়া বাতদর্জ, এবং কির্ক অলসন (WCS Mongolia) খুলান এবং গয়টার্ড গাজেলের টেলিমেট্রি ডেটা এবং পরিকল্পিত ও বিদ্যমান সড়ক এবং রেলপথের স্থানিক ডেটা প্রদান করেছেন এবং রিপোর্টটি পর্যালোচনা করেছেন (পেন্ডিং-স্থগিত আছে)। গ্রেস স্টোনসাইফার (CLLC) স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনা করে প্রতিবেদনটির খসড়া তৈরি করেছেন। টাইলার ক্রিচ (CLLC) এবং রব অ্যামেন্ট (CLLC/WTI) এই প্রতিবেদনে তৈরিতে অবদান রেখেছেন।

সমন্বিত সূক্ষ্ম স্কেল বিশ্লেষণ

দ্বিতীয় অংশে ছয়টি সূক্ষ্ম স্কেল বিশ্লেষণে বেশ কয়েকটি সাধারণ বিষয় উঠে এসেছেযা ভবিষ্যতে এই ধরনের বিশ্লেষণে সহায়তা করতে পারে। উচ্চমানের এবং দরকারী বিশ্লেষণ তৈরির জন্য স্থানীয় বিশেষজ্ঞদের সাথে কাজ করা অপরিহার্য ছিল। সংরক্ষণের জন্য কাজ করা এনজিও কর্মীরা বিস্তারিত জৈবিক এবং LI ডেটার অ্যাক্সেস প্রদান করেছে যা অন্যথায় দ্রুত পাওয়া সম্ভব হতো না। তাদের দক্ষতা এবং বোঝাপড়ার ফলেই এই বিশ্লেষণগুলির অন্তর্ভুক্ত স্টাডি এলাকার মধ্যে LI উন্নয়নের জৈবিক এবং সামাজিক -রাজনৈতিক প্রেক্ষাপটে জীববৈচিত্র্যের উপর সবচেয়ে বড় চাপ এবং প্রাসঙ্গিক হুমকির উপর ফোকাস করতে সহায়তা করেছে।

এছাড়াও তুলনামূলকভাবে সহজ বিশ্লেষণাত্মক পদ্ধতি ব্যবহার করে করা দ্রুত মূল্যায়নের মাধ্যমে প্রস্তাবিত LI উন্নয়নের কারণে জীববৈচিত্র্য বা নির্দিষ্ট বন্যপ্রাণী প্রজাতির উপর সম্ভাব্য ক্ষতির প্রয়োজনীয় প্রমাণ পাওয়া গেছে। আমাদের অনেক বিশ্লেষণই সময় এবং ডেটা সীমাবদ্ধতার কারণে সহজ রাখা হয়; উদাহরণস্বরূপ, বন্যপ্রাণী চলাচলের করিডোর বা PA -র মতো সংরক্ষণ বৈশিষ্ট্যগুলির সাথে প্রস্তাবিত LI রুটগুলি মিলিয়ে দেখা। আরো পরিশীলিত পদ্ধতি ব্যবহার করে করা বিশ্লেষণ (যেমন এই অনুচ্ছেদের তৃতীয় অংশে পর্যালোচনা করা হয়েছে) জীববৈচিত্র্যের উপর LI- এর সম্ভাব্য প্রভাব সম্পর্কে আরো বিস্তারিত তথ্য প্রদান করতে পারে, সহজ দ্রুত মূল্যায়নও গুরুত্বপূর্ণ কারণ এতে প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের সম্ভাব্য হুমকিকে তুলে ধরা যায় যেখানে LI উন্নয়ন প্রক্রিয়ায় জীববৈচিত্র্যের সুরক্ষাকে অন্তর্ভুক্ত করার জন্য পর্যাপ্ত সময় রয়েছে (যেমন, বিকল্প পথের পরামর্শ দেওয়া, মিটিগেশন ব্যবস্থা ডিজাইন করা, অথবা আরও বিশদ পরিবেশগত প্রভাব বিশ্লেষণ সম্পন্ন না হওয়া পর্যন্ত নির্মাণ কাজ বন্ধ রাখা)।

পার্ট III: অনুকরণীয় সূক্ষ্ম স্কেল স্থানিক বিশ্লেষণের পর্যালোচনা

জীববৈচিত্র্যের উপর বিদ্যমান LI -এর প্রভাবগুলির স্থানিক বিশ্লেষণ এখন সাধারণ, এবং বন্যপ্রাণী জনসংখ্যা বা তাদের বসবাসের আবাসস্থলে পর্যবেক্ষণ করা পরিবর্তনগুলি নথিভুক্ত এবং ব্যাখ্যা করার জন্য দরকারী। এসব পূর্ববর্তী গবেষণা LI উন্নয়নে প্রজাতির প্রতিক্রিয়া সম্পর্কে আমাদের বোঝাপড়া দৃঢ় করতে সাহায্য করে, এমন এলাকাগুলি চিহ্নিত করে যেখানে জীববৈচিত্র্যের জন্য চলমান ক্ষতি সবচেয়ে বেশি, এবং এই ক্ষতি হ্রাস বা বিপরীত করার পদক্ষেপের সুপারিশ করে। তবুও তাদের একটি বড় সীমাবদ্ধতা রয়েছে: যেহেতু তারা বিদ্যমান LI- এর প্রভাবের উপর দৃষ্টিপাত করে, অতীতের গবেষণা থেকে নুতন LI হওয়ার আগে জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি রোধ করার কৌশল জানা যায় না যেখানে একটি বন্যপ্রাণী-বান্ধব পদ্ধতিতে LI ডিজাইন করা বা সম্পূর্ণরূপে প্রাণীর আবাসস্থলে LI উন্নয়ন এড়িয়ে চলা যায়। LI প্রকল্পের প্রস্তাবিত রুটগুলি বিবেচনা করে এবং জৈবিক গুরুত্বের ক্ষেত্রগুলির সাথে এগুলির ওভারল্যাপের তথ্য পাওয়ার জন্য সম্ভাব্য স্থানিক বিশ্লেষণ প্রয়োজন, তবে এই বিশ্লেষণগুলি তুলনামূলকভাবে কম করা হয়েছে।।

এই অনুচ্ছেদের তৃতীয় অংশে স্থানিক বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করে জীববৈচিত্র্যের জন্য LI হুমকির সক্রিয়ভাবে মূল্যায়ন করার বিদ্যমান প্রচেষ্টাগুলি তুলে ধরার চেষ্টা করা হয়েছে। আমরা বৈজ্ঞানিক জার্নাল থেকে সম্প্রতি প্রকাশিত সম্ভাব্য স্থানিক বিশ্লেষণ এবং অনানুষ্ঠানিক গ্রে লিটারেচার গবেষণা করে একটি সারসংক্ষেপ তুলে ধরেছি। আমরা ।। টি অনুকরণীয় গবেষণায় মনোনিবেশ করি যা একটি একক দেশের মধ্যে বা দেশের মধ্যে একটি ছোট ল্যান্ডস্কেপে প্রস্তাবিত সড়ক, রেলপথ, বা বিদ্যুৎ লাইন প্রকল্পগুলির সম্ভাব্য প্রভাবগুলি অন্বেষণ করতে স্থানিক বিশ্লেষণ ব্যবহার করে থাকে। আমরা কেবলমাত্র 2018 থেকে প্রকাশিত গবেষণাকে LI প্রকল্পগুলিতে ফোকাস করার জন্য বিবেচনা করেছি যা এখনও পরিকল্পনা বা নির্মাণ পর্যায়ে রয়েছে, যার অর্থ হল এখান থেকে প্রাপ্ত ফলাফলগুলি আগাম সংরক্ষণের প্রচেষ্টার জন্য অত্যন্ত প্রাসঙ্গিক। নিচে, আমরা প্রতিতিটি স্টাডির একটি সংক্ষিপ্ত সারসংক্ষেপ প্রদান করি, এরপর ভবিষ্যতের অ্যাপ্লিকেশন এবং অগ্রগতির জন্য স্টাডির মূল বৈশিষ্ট্য এবং সুপারিশগুলির মধ্যে একটি সমন্বয় তুলে ধরা হয়েছে।

অনুকরণীয় স্টাডি ।: ইন্দোনেশিয়ান বোর্নিওতে জীববৈচিত্র্যের উপর সড়ক ও রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (আলমগীর ও অন্যান্য, 2019)

প্রকাশনা: আলমগীর, এম, ক্যাম্পবেল, এমজে, স্লোয়ান, এস, সুহারদিমন, এ, সুপ্রিয়াতনা, জে, এবং লরেন্স, ডব্লিউএফ(2019) । উচ্চ ঝুঁকিপূর্ণ অবকাঠামো প্রকল্পগুলি ইন্দোনেশিয়ান বোর্নিওতে বনের জন্য আসন্ন হুমকি সৃষ্টি করে। সায়েন্টিফিক রিপোর্টস, 9 (1), 1-10। https://www.nature.com/articles/s41598-018-36594-8 ।

স্টাডির এলাকা: ইন্দোনেশিয়ান বোর্নিও (কালিমান্তান)

ফোকাল প্রজাতি: কোনটিই নয় (প্রজাতি-নিরপেক্ষ)

অবকাঠামোর ধরন: সড়ক এবং রেলপথ

পটভূমি: বোর্নিও একটি বৈশ্বিক জীববৈচিত্র্য হটস্পট হিসাবে ব্যাপকভাবে স্বীকৃত এবং বিশ্বে অবশিষ্ট অক্ষত গ্রীষ্মমন্ডলীয় বনভূমির মধ্যে অন্যতম। এটি LI সম্প্রসারণ এবং গাছ কাটা, খনন, তেলের জন্য পাম গাছের বাগান, এবং দাবানল সহ সংশ্লিষ্ট হুমকির কারণে বন পরিষ্কার এবং হ্রাসের উচ্চ হারের সম্মুখীন হচ্ছে। অর্থনৈতিক উন্নয়নের ত্বরান্বিতকরণ এবং সম্প্রসারণের জন্য ইন্দোনেশিয়ান মাস্টার প্ল্যানের অধীনে (২০১১-২০২৫), বোর্নিও (কালিমান্তান) এর ইন্দোনেশিয়ান অংশটি কালিমান্তান

অর্থনৈতিক করিডোরের অংশ হিসেবে সেখানে ২০২৫ সালের মধ্যে সড়ক ও রেলপথ নির্মাণ কাজ বৃদ্ধি পাবে বলে আশা করা হচ্ছে, এর মধ্যে ট্রান্স-কালিমান্তান মহাসড়কের 3,000 কিলোমিটারেরও বেশি প্রস্তাবিত সড়ক আপগ্রেড এবং প্রায় 2,000 কিলোমিটার নতুন সড়ক নির্মাণ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। সড়ক নেটওয়ার্ক সম্প্রসারণের ফলে বন্যভূমিতে মানুষের প্রবেশাধিকার বৃদ্ধি পাবে এবং বনের রূপান্তর আরও বৃদ্ধি পাবে। এই গবেষণায় স্থানিক কাঠামো, সংযোগ এবং কালিমান্তানের স্থানীয় বনগুলির পরিবেশগত অখণ্ডতার উপর প্রস্তাবিত LI উন্নয়নের সম্ভাব্য প্রভাব পরিমাপ করা হয়েছে ।

পদ্ধতি: লেখকেরা বিভিন্ন সরকারি ডেটাবেইজ, রিপোর্ট এবং পূর্ববর্তী গবেষণা থেকে প্রস্তাবিত সড়ক ও রেলপথের স্থানিক তথ্য সংকলন করেছেন। তারা বনভূমির মানচিত্র এবং শ্রেণিবিন্যাসের জন্য স্যাটেলাইট চিত্র ব্যবহার করেছেন (যেমন, মূল বন এবং প্রান্তিক বন), এবং তারপর বনভূমির প্যাচগুলির সাথে প্রস্তাবিত LI-কে মিলিয়ে দেখা হয় যাতে মোট অঞ্চল এবং বনভূমির ধরনগুলির পরিবর্তনগুলি অনুমান করা যায়। তারা ল্যান্ডস্কেপ সংযোগের সম্ভাব্য ক্ষতির অনুমান করতে বর্তমান ল্যান্ডস্কেপ এবং LI উন্নয়নের পরে প্রত্যাশিত ল্যান্ডস্কেপকে ইকুইভ্যালেন্ট কানেক্টেড এরিয়া ইনডেক্স নামে একটি ল্যান্ডস্কেপ কানেক্টিভিটি মেট্রিক গণনা করেছেন। লেখকেরা বিদ্যমান PA নেটওয়ার্কে প্রস্তাবিত LI রুটগুলি ওভারলেড করেছেন। তারা পিএ, প্রাথমিক ও মাধ্যমিক বন এবং পিটল্যান্ডের সাথে LI-এর ছেদনের উপর ভিত্তি করে প্রস্তাবিত LI এর সকল অংশকে খুব উচ্চ, উচ্চ, মাঝারি বা নিম্ন পরিবেশগত প্রভাব হিসাবে শ্রেণীবদ্ধ করেছেন।

উপসংহার: গবেষণায় পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছে যে কালিমান্তানে স্থানীয় বনভূমিতে যথেষ্ট প্রভাব পড়বে যদি সড়ক এবং রেলপথ প্রকল্পগুলি প্রস্তাবিতভাবে এগিয়ে যায়। প্রায় 237,000 হেক্টর মূল বনভূমি নিম্নমানের বাসস্থান হিসেবে অন্যান্য নন-কোর ফরেস্ট ক্যাটাগরিতে রূপান্তরিত হবে এবং 392,000 হেক্টর বিদ্যমান "ব্রিজ" ফরেস্ট করিডোর যা মূল বনাঞ্চলের মধ্যে সংযোগ হিসেবে কাজ করবে তাও প্রভাবিত হবে। LI উন্নয়ন ইকুইভ্যালেন্ট কানেক্টেড এরিয়া মেট্রিক দ্বারা পরিমাপ করা হয় যে, ল্যান্ডস্কেপ সংযোগ 34 শতাংশ হ্রাস পাবে। পঁচিশটি বিদ্যমান পিএ-কে নতুন সড়ক বা রেলপথ দ্বারা ছেদ করা হবে, যার মধ্যে রয়েছে কায়ান মেন্টারাং জাতীয় উদ্যান, যা এই অঞ্চলের সবচেয়ে বড় অবশিষ্ট পরিবেশগত অক্ষত পিএ-গুলির মধ্যে একটি। বিদ্যমান সড়কগুলির আপগ্রেডের ফলে আরও 17 টি পিএ প্রভাবিত হবে। বিশ্লেষণে 3,300 কিলোমিটারের বেশি প্রস্তাবিত সড়ক ও রেলপথ চিহ্নিত করা হয়েছে যেখানে খুব উচ্চ, উচ্চ, বা মাঝারি পরিবেশগত প্রভাব পড়ার আশংকা করা হয়েছে। লেখকেরা সুপারিশ করেছেন যে খুব উচ্চ প্রভাব হিসাবে শ্রেণীবদ্ধ করা প্রস্তাবিত সড়ক এবং রেলওয়ে নির্মাণ করা উচিত হবে না, এবং উচ্চ বা মাঝারি প্রভাব হিসাবে শ্রেণীবদ্ধ অংশগুলির পরিবেশগত প্রভাবগুলি মিটিগেশন বা অফসেট ব্যবস্থা এবং উন্নয়নের পরে আরও ভাল আইন প্রয়োগের মাধ্যমে হ্রাস করা উচিত। লেখকেরা পরামর্শ দিয়েছেন যে পরিবেশগত, অর্থনৈতিক এবং সামাজিক বিষয়গুলির সম্পূর্ণ পরিসর বিবেচনা করা হলে কালিমান্তানে প্রস্তাবিত LI সম্প্রসারণের বেশিরভাগই সাশ্রয়ী বলে বিবেচিত হবে না।

অনুকরণীয় অধ্যয়ন 2: সুমাত্রা, ইন্দোনেশিয়ার জীববৈচিত্র্যের উপর সড়ক এবং বিদ্যুৎ লাইনের সম্ভাব্য প্রভাব (স্লোয়ান, আলমগির ও অন্যান্য, 2019)

প্রকাশনা: স্লোয়ান, এস, আলমগীর, এম, ক্যাম্পবেল, এমজে, সেতাওয়াতি, টি, এবং লরেন্স, ডব্লিউএফ(2019) । ইন্দোনেশিয়ার সুমাত্রায় ডেভেলপমেন্ট করিডোর এবং অবশিষ্ট বনের সংরক্ষণ। ট্রপিকাল কনজার্ভেশন সায়েন্স 12, 1-9। https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1940082919889509 ।

স্টাডি এলাকা: সুমাত্রা, ইন্দোনেশিয়া

ফোকাল প্রজাতি: কোনটিই নয় (প্রজাতি-নিরপেক্ষ)

অবকাঠামোর ধরন (গুলি): সড়ক, বিদ্যুৎ লাইন

পটভূমি: ইন্দোনেশিয়ার সরকার অর্থনৈতিক করিডোরের উন্নয়নের মাধ্যমে অর্থনৈতিক প্রবৃদ্ধি বাড়াতে সুমাত্রা দ্বীপের জন্য প্রধান সড়ক সম্প্রসারণের প্রস্তাব করেছে। পূর্ব ইন্দোনেশিয়ার দূরবর্তী এবং পরিবেশগতভাবে অক্ষত প্রাকৃতিক ভূমিতে হওয়া LI উন্নয়নের বিপরীতে, সুমাত্রার উপর LI উন্নয়ন এমন একটি পরিবেশে ঘটছে যার উপর ইতোমধ্যেই সড়ক, কৃষি, টিম্বার এবং খনির খনন কাজের প্রভাব পড়েছে। LI উন্নয়নের প্রথম পর্যায়ের ক্ষতি থেকে যে বনভূমি বেঁচে গেছে সেখানে যাতে দ্বিতীয় পর্যায়ের ক্ষতি কমিয়ে আনা যায় - সুমাত্রার সংরক্ষণ প্রচেষ্টাকে অবশ্যই সেদিকে ফোকাস করতে হবে। এই দ্বিতীয় পর্যায়ের প্রভাবশালী বৈশিষ্ট্য হল একটি প্রস্তাবিত 2,700 কিলোমিটার ট্রান্স-সুমাত্রান হাইওয়ে (টিএসএইচ) যা কৃষিকাজ বাড়ানোর ফলে অবশিষ্ট বনের উপর চাপ বাড়িয়ে তুলতে পারে। এই বিশ্লেষণটি টিএসএইচ এবং সহায়ক সড়কগুলির কারণে ব্যতিক্রমী জৈবিক ভ্যালু সম্পন্ন তিনটি অবশিষ্ট বনাঞ্চলের উপর হুমকি তুলে ধরেছে: (।) কেরিনসি সেবলাত জাতীয় উদ্যান, যা ইন্দোনেশিয়ার দ্বিতীয় বৃহত্তম পিএ এবং বিশ্ব ঐতিহ্যের অংশ; (2) লিউজার ইকোসিস্টেম, যা বিপন্ন হাতি, বাঘ, গণ্ডার এবং ওরাঙ্গুটানের শেষ অবশিষ্ট সাধারণ বাসস্থান হিসেবে বিবেচিত; এবং (3) বাটাং তোরু অঞ্চল, যা বিপন্ন তাপানুলী ওরাঙ্গুটানের শেষ আশ্রয়স্থল।

পদ্ধতি: গবেষণায় LI উন্নয়ন এবং জীববৈচিত্র্যের মধ্যে সম্ভাব্য দ্বন্দ্বের অবস্থান নির্ধারণের জন্য সংরক্ষণের আগ্রহের বৈশিষ্ট্য সহ প্রস্তাবিত হাইওয়ে রুটের সহজ স্থানিক ওভারলে ব্যবহার করা হয়েছে। এই সংরক্ষণের বৈশিষ্ট্যগুলির মধ্যে রয়েছে স্যাটেলাইট চিত্র ব্যবহার করে অবশিষ্ট প্রাথমিক বন প্যাচ, তাপানুলি ওরাঙ্গুটানের আবাসস্থলের প্যাচ, বাঘ সংরক্ষণ ল্যান্ডস্কেপ এবং জাতীয় উদ্যান এবং প্রকৃতি সংরক্ষণের মতো পিএ-এর ম্যাপিং করা। ইন্দোনেশিয়ার প্রেসিডেন্টের নির্বাহী কার্যালয় কর্তৃক প্রস্তুতকৃত একটি মানচিত্র থেকে হাইওয়ে রুটগুলি অনুমান করা হয়েছে।

উপসংহার:কেরিনসি সেবলাত জাতীয় উদ্যান টিএসএইচ সড়কের কারণের সংলগ্ন প্রাকৃতিক রিজার্ভ থেকে আলাদা হয়ে যাবে এবং সড়ক এরিয়ে চলা, শিকারের ঝুঁকি বাড়ানো এবং আবাসস্থলের সংযোগ হ্রাসের কারণে সুমাত্রান বাঘের ভৌগোলিক পরিসর হ্রাস পাবে। টিএসএইচ লিউজার ইকোসিস্টেমের উত্তর -পূর্ব প্রান্তকেও অতিক্রম করবে, যেখানে এটি পূর্বের অক্ষত বনাঞ্চলে পূর্বের কৃষি কাজকে সম্প্রসারিত ও সংহত করবে, বিশেষ করে পাম গাছের বাগান। বাটাং তোরু অঞ্চলটি একটি হাইওয়ে (টিএসএইচ -এর একটি সহায়ক করিডোর) এবং একটি বড় জলবিদ্যুৎ উন্নয়নের সাথে যুক্ত বিদ্যুৎ লাইন দ্বারা ছেদিত হবে, যা সংরক্ষণের অবস্থা এবং স্থানীয় বনগুলির আবাসস্থলকে বিপন্ন করে তুলবে। এটি বিপন্ন তানাপুলি ওরাঙ্গুটানের জনসংখ্যাকে নেতিবাচকভাবে প্রভাবিত করতে পারে, তিনটি বনের অংশে এখন মাত্র 800টি প্রাণী বসবাস করে থাকে। লেখকেরা সুপারিশ করেছেন যে অবশিষ্ট বনের অবস্থা আইনগতভাবে শক্তিশালী করা উচিত এবং যে নিয়মগুলি বর্তমানে মূল বনাঞ্চলে সড়ক উন্নয়নকে নিরুৎসাহিত করে তা নন-কোর বনভূমিতে প্রসারিত করা যেতে পারে। জাতীয় কৌশলগত সড়কের (যেমন, টিএসএইচ) জন্য তৈরি পরিবেশগত বিধিগুলি এই বৃহৎ সড়কগুলির সাথে সংযুক্ত স্থানীয় সড়কের প্রস্তাবনাতেও প্রয়োগ করা উচিত, যা অবশিষ্ট বনের উপর অনেক প্রভাবের জন্য দায়ী হতে পারে। লেখকেরা প্রস্তাবিত হাইওয়ে অংশের রুট, যা উচ্চ সংরক্ষণ অগ্রাধিকার এবং বিপন্ন বন্যপ্রাণী প্রজাতির বনগুলিকে নেতিবাচকভাবে প্রভাবিত করতে পারে, তা নতুন করে পুনরায় নির্ধারণ করার পক্ষে জোরালোভাবে পরামর্শ দিয়েছেন।

অনুকরণীয় স্টাডি 3: মালয়েশিয়ান বোর্নিওতে জীববৈচিত্র্যের উপর সড়কের সম্ভাব্য প্রভাব (স্লোয়ান, ক্যাম্পবেল ও অন্যান্য, 2019)

প্রকাশনা: স্লোয়ান, এস, ক্যাম্পবেল, এমজে, আলমগীর, এম, লেচনার, এএম, এঙ্গার্ট, জে।(2019) । হার্ট অব বোর্নিওতে ট্রান্স-জাতীয় সংরক্ষণ এবং অবকাঠামো উন্নয়ন। PLOS ওয়ান, 14 (9), e0221947। https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0221947 ।

স্টাডির এলাকা: মালয়েশিয়ান বোর্নিও (সাবাহ)

ফোকাল প্রজাতি: কোনটিই নয় (প্রজাতি-নিরপেক্ষ)

অবকাঠামোর ধরন (গুলি): সড়ক

পটভূমি: মালয়েশিয়া, ইন্দোনেশিয়া এবং ব্রুনাইয়ের মধ্যে সহযোগিতা বাড়ানোর জন্য 2007 সালে হার্ট অফ বোর্নিও উদ্যোগ (এইচওবি) প্রতিষ্ঠিত হয়েছিল কারণ এই দেশগুলি বোর্নিও দ্বীপে পিএ এবং অন্যান্য প্রাকৃতিক অঞ্চলগুলির একটি সীমানা নেটওয়ার্ক সংরক্ষণের বিষয়ে কাজ করে থাকে। এটি প্রতিষ্ঠার পর থেকে পিএ কভারেজ দ্বিগুণেরও বেশি হয়েছে, পিএ-গুলির মধ্যে সংযোগ বৃদ্ধি পেয়েছে এবং গাছ কাটার প্রভাব হ্রাস পেয়েছে। তবে, ফেডারেল অর্থনৈতিক এজেন্ডার জন্য করা একতরফা LI ডেভেলপমেন্ট স্কিমগুলির কারণে ত্রিপক্ষীয় এইচওবি হুমকির সম্মুখীন, যেমন সাবাহ ডেভেলপমেন্ট করিডোর, যার মধ্যে রয়েছে মালয়েশিয়ান বোর্নিওতে প্যান-বোর্নিও হাইওয়ে নেটওয়ার্ক সম্প্রসারণের পরিকল্পনা। এই সম্প্রসারণে আনুমানিক 1,300 কিলোমিটার প্রস্তাবিত নতুন সড়ক এবং আরও 1,300 কিলোমিটার প্রস্তাবিত সড়কের আপগ্রেড রয়েছে এবং এই সম্প্রসারিত নেটওয়ার্কের বেশিরভাগই সরাসরি PA-কে ছেদ করবে অথবা PA- এর মধ্যে প্রাণীর চলাচলকে বাধাগ্রস্ত করবে। এই গবেষণায় প্যান-বোর্নিও হাইওয়ে নির্মাণের এবং সাবাহতে এইচওবি-র পরিবেশগত অখণ্ডতার উপর সম্ভাব্য প্রভাবগুলি পরীক্ষা করা হয়েছে, যার মধ্যে পিএ এবং অক্ষত বনাঞ্চলের মধ্যে সংযোগ হারানোর উপর নজর দেওয়া হয়েছে।

পদ্ধতি: লেখকেরা 2033 সালের জন্য সাবাহ স্ট্রাকচারাল প্ল্যান থেকে প্রস্তাবিত হাইওয়ে রুটগুলিকে স্যাটেলাইট চিত্রের সাহায্যে ম্যাপ করা পিএ ও অক্ষত বনাঞ্চলের সাথে মিলিয়ে দেখেছেন। তারা শনাক্ত করেছেন যে কোন পিএগুলি বর্তমানে অক্ষত বনের করিডোর দ্বারা সংযুক্ত এবং এরপর প্রস্তাবিত সড়ক উন্নয়ন দ্বারা বিচ্ছিন্ন হবে এমন সংযোগগুলি চিহ্নিত করা হয়েছিল। তারা একটি নেটওয়ার্ক থিওরি মেট্রিক, ইন্টিগ্রাল ইনডেক্স অব কানেকটিভিটি (আইআইসি) ব্যবহার করেছেন যাতে নিম্নোক্ত বিষয়গুলি অনুমান করা যায় (1) পিএ নেটওয়ার্কের সামগ্রিক সংযোগে প্রত্যাশিত পরিবর্তন যদি সকল প্রস্তাবিত সড়ক নির্মাণ এবং আপগ্রেড সম্পন্ন করা হয় এবং (2) উন্নয়ন-পরবর্তী ল্যান্ডস্কেপে সামগ্রিক সংযোগের জন্য নির্দিষ্ট করিডোরের গুরুত্ব, যা বন্যপ্রাণীর সংযোগের সুবিধার্থে মিটিগেশন ব্যবস্থাগুলির জন্য স্থানগুলিকে অগ্রাধিকার দিতে সাহায্য করবে (যেমন, ক্রসিং কাঠামো)।

উপসংহার: এইচওবির প্রস্তাবিত সড়ক উন্নয়ন সবচেয়ে বড় অক্ষত বনাঞ্চলে বিভাজন সৃষ্টি করবে, সাবাহের পিএগুলিকে আরও দক্ষিণে থাকা অন্যান্য পিএ থেকে বিচ্ছিন্ন করে ফেলবে। 10টি পিএ-এর মধ্যে পরিবেশগত সংযোগ নষ্ট হয়ে যাবে। সাবাহতে হাইওয়ে ডেভেলপমেন্টের প্রভাবকে প্রশমিত করার পরিকল্পনায় বনাঞ্চলের সাথে সংযুক্ত বন্যপ্রাণীদের জন্য হাইওয়ে আন্ডারপাস নির্মাণের কথা বলা হয়েছে, কিন্তু লেখকেরা সন্দেহ প্রকাশ করেছেন যে এই কৌশলটি সংযোগের ক্ষতি রোধে যথেষ্ট হবে কিনা বা এটি বাস্তবায়নের জন্য পর্যাপ্ত অর্থ বরাদ্দ থাকবে কিনা। এই কৌশলের সর্বাধিক সুবিধা পেতে বন করিডোর এবং বন্যপ্রাণীর ওভারপাসের অবস্থান প্রাণীর চলাচল বা জীববৈচিত্র্যের জরিপের মাধ্যমে নির্ধারণ করা উচিত, অতীতের মতো নির্মাণগত সুবিধার উপর ভিত্তি করে নয়। লেখকেরা সুপারিশ করেছেন যে মালয়েশিয়া, ইন্দোনেশিয়া এবং ব্রুনাই একটি এইচওবি মাস্টার প্ল্যান তৈরি করবে যা ত্রিপক্ষীয় ঐকমত্যের মাধ্যমে আঞ্চলিক অগ্রাধিকার সংরক্ষণ নেটওয়ার্ক, করিডোর এবং বাফার জোন নির্ধারণ করবে। তারা সংরক্ষণ এবং উন্নয়ন পরিকল্পনা আরও ভালোভাবে সমন্বয় করার পরামর্শ দিয়েছেন যেন প্যান-বোর্নিও হাইওয়ে ও এইচওবির ক্ষেত্রে উন্নয়ন কাজের ফলে সংরক্ষণ কার্যক্রম ব্যাহত না হয়।

অনুকরণীয় স্টাডি 4: ভারতে বাঘের উপর সড়ক এবং রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (পারিওয়াকাম ও অন্যান্য, 2018)

প্রকাশনা: পারিওয়াকাম, এম, জোশি, এ, নভগিরে, এস, এবং বৈদ্যানাথন, এস(2018) । মধ্য ভারতীয় এবং ইস্টার্ন ঘাটর বাঘের ল্যান্ডস্কেপে সংযোগ সংরক্ষণ এবং স্মার্ট সবুজ লিনিয়ার অবকাঠামো উন্নয়নের জন্য একটি নীতি কাঠামো। ওয়াইল্ডলাইফ কনজার্ভেশন ট্রাস্ট, মুম্বাই। https://www.wildlifeconservationtrust.org/wp-content/uploads/2018/11/Vol-1-Policy-Framework-CI-and-EG-Landscape-Low-Res-.pdf ।

স্টাডি এলাকা: মধ্য ভারত এবং ইস্টার্ন ঘাট

ফোকাল প্রজাতি: বাঘ (*Panthera tigris*)

অবকাঠামোর ধরন: সড়ক, রেলপথ

পটভূমি: মধ্য ভারত এবং ইস্টার্ন ঘাটের প্রাকৃতিক ভূমি ভারতের বাঘের জনসংখ্যার প্রায় এক-তৃতীয়াংশকে ধারণ করে থাকে এবং বাঘের দখলে থাকা 23 টি বাঘ রিজার্ভ এবং 46 টি অন্যান্য পিএ অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। এই ভূমিতে বাঘের জনসংখ্যা বিশ্বের মধ্যে জেনেটিক্যালি সবচেয়ে বৈচিত্র্যময়, কিন্তু LI-এর দ্রুত বিকাশের ফলে আবাসস্থল হ্রাস এবং বিভাজন বাঘের দীর্ঘমেয়াদী স্বাস্থ্যের জন্য হুমকি। ভারতে প্রতিদিন প্রায় 22 কিলোমিটার নতুন সড়ক তৈরি করা হয়, যা আবাসস্থলগুলির মধ্যে বাঘের চলাচলকে সীমিত করে তোলে এবং জিনের প্রবাহ হ্রাস করে। এই ভূখণ্ডে বাঘ এবং অন্যান্য বন্যপ্রাণীদের দ্বারা ব্যবহৃত অনেক মুভমেন্ট করিডোর এখনো চিহ্নিত বা ব্যাপকভাবে স্বীকৃত হয়নি, যার ফলে সংযোগস্থলে LI উন্নয়নের বিদ্যমান বা সম্ভাব্য প্রভাবগুলি মূল্যায়ন করা বা যথাযথ মিটিগেশন ব্যবস্থা বাস্তবায়ন করা কঠিন হয়ে পড়েছে। এই গবেষণায় এই তথ্যগত ব্যবধানের সমাধান করা হয়েছে (1) বাঘের দখলে থাকা পিএ এবং বনের ব্লকগুলির মধ্যে বন্যপ্রাণী করিডোর চিহ্নিত করার জন্য সংযোগ মডেল ব্যবহার করা হয়েছে এবং (2) সড়ক ও রেলপথ প্রকল্পগুলি এই করিডোরগুলিকে কোথায় ছেদ করবে এবং বাঘের আবাসস্থল প্যাচগুলির মধ্যে চলাচল রোধ করবে তা নির্ধারণ করা হয়েছে।

পদ্ধতি: লেখকেরা বাঘের চলাচলের ক্ষেত্রে ভূমিগত রেজিস্ট্যান্স অনুমান করার জন্য মানুষের বসতি এবং ভূমির স্থানিক তথ্য ব্যবহার করেছেন এবং এরপর পিএ এবং বনভূমির মধ্যে অনুকূল চলাচলের পথ ম্যাপ করার জন্য সংযোগ মডেল ব্যবহার করেছেন যেখানে বাঘের উপস্থিতি আছে বলে জানা যায়। তারা Ministry of Environment, Forests, and Climate Change কাছে জমা দেওয়া প্রায় 1,700 টি LI উন্নয়নের (সড়ক ও রেলওয়ে সহ) প্রস্তাব পর্যালোচনা করেছেন এবং তারা এই প্রস্তাবগুলি থেকে প্রস্তাবিত LI রুটের স্থানিক তথ্য বের করেছেন। কানেক্টিভিটি মডেল থেকে প্রাপ্ত বাঘ করিডোরের মানচিত্রে স্থানিকভাবে এই রুট মিলিয়ে দেখার মাধ্যমে তারা প্রস্তাবিত LI রুটগুলি চিহ্নিত করতে সক্ষম হয়েছেন যা বাঘের করিডোরকে ছেদ করবে এবং বাঘের আবাসস্থল প্যাচগুলির মধ্যে সংযোগে হস্তক্ষেপ করতে পারে।

উপসংহার: প্রায় 400 LI উন্নয়ন প্রস্তাবের মধ্যে রয়েছে এমন অংশ যা বাঘের করিডোরের মধ্য দিয়ে চলে গেছে বা দ্বিখণ্ডিত করেছে। তবে, এই প্রস্তাবগুলির 86 শতাংশ বাঘের উপর তাদের সম্ভাব্য প্রভাব সত্ত্বেও "বন্যপ্রাণী ছাড়পত্র" (অর্থাৎ জাতীয় বাঘ সংরক্ষণ কর্তৃপক্ষ এবং জাতীয় বন্যপ্রাণী বোর্ডের অনুমোদন) এর প্রয়োজনীয়তাকে অস্বীকার করে। গবেষণায় চিহ্নিত করিডোরগুলির মধ্যে অনেকগুলি PA এবং ইকো-সংবেদনশীল অঞ্চলের সীমানার বাইরেও বিস্তৃত যার জন্য বন্যপ্রাণী ছাড়পত্র থাকা প্রয়োজন; তাই লেখকেরা পরামর্শ দিয়েছেন যে বিধানগুলি আপডেট করা উচিত যাতে গবেষণায় চিহ্নিত বাঘের করিডোরগুলি আমলে নিয়ে বন্যপ্রাণী ছাড়পত্রের প্রয়োজনীয়তার ভিত্তি গড়ে তুলতে পারে। তারা আরও সুপারিশ করেছেন যে প্রকল্পের প্রাথমিক পরিকল্পনার পর্যায়ে উপযুক্ত বন্যপ্রাণী মিটিগেশন ব্যবস্থা অন্তর্ভুক্ত করার জন্য মোট LI প্রকল্প বাজেটের একটি ছোট অংশ ব্যয় করা উচিত, যা নির্মাণ শুরুর পরে

পরিকল্পনাগুলি সংশোধন করতে হবে এমন ব্যয়বহুল প্রকল্পে বিলম্ব এড়িয়ে সামগ্রিকভাবে খরচ বাঁচাতে পারে। পরিকল্পনা প্রক্রিয়ার শুরুতে বাঘ করিডোরের একটি মানচিত্রের সাথে প্রস্তাবিত প্রকল্পের অ্যালাইনমেন্টকে মিলিয়ে দেখা হলে তা এজেন্সিগুলিকে প্রকল্প পরিকল্পনায় মিটিগেশনমূলক ব্যবস্থার ব্যয় সম্পর্কে আরও ভালোভাবে জানতে এবং অন্তর্ভুক্ত করার সুযোগ তৈরি করবে।

অনুকরণীয় স্টাডি 5: কম্বোডিয়ায় বেঙ্গল ফ্লোরিকানদের উপর বিদ্যুৎ লাইনের সম্ভাব্য প্রভাব (মাহুদ ও অন্যান্য, 2018)

প্রকাশনা: মাহুদ, এসপি, সিলভা, জেপি, ডলম্যান, পিএম, এবং বার্নসাইড, আরজে(2018) । কম্বোডিয়ায় প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ সঞ্চালন লাইন সমালোচনামূলকভাবে বিপন্ন বেঙ্গল ফ্লোরিকান'দের Houbaropsis bengalensis বৃহত্তম জনসংখ্যার জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ নতুন হুমকি। ওরিক্স-Oryx, 52 (1), 147-155। https://www.cambridge.org/core/journals/oryx/article/proposed-power-transmission-lines-in-cambodia-constitute-a-significant-new-threat-to-the-largest-population-of-the-critically-endangered-bengal-florican-houbaropsis-bengalensis/363AD7029432E2FFC81726FE8568274E

স্টাডির এলাকা: কম্বোডিয়া

ফোকাল প্রজাতি: বেঙ্গল *ফ্লোরিকান (Houbaropsis bengalensis)*

অবকাঠামোর ধরন (গুলি): বিদ্যুৎ লাইন

পটভূমি: বেঙ্গল ফ্লোরিকান একটি বিপন্ন বাস্টার্ড উপপ্রজাতির পাখি এবং দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার একমাত্র বাস্টার্ড পাখি প্রজাতি, যার বিচরণ কম্বোডিয়ার তোনলে সাপ নিম্নাঞ্চলে দেখা যায়। সাম্প্রতিক বছরগুলিতে ফ্লোরিকান জনসংখ্যা দ্রুত হ্রাস পেয়েছে এবং এই অঞ্চলে জলবিদ্যুৎ বাঁধ এবং সংশ্লিষ্ট বিদ্যুৎ লাইনের উন্নয়ন এই হ্রাসকে আরও বাড়িয়ে তুলতে পারে কারণ বাস্টার্ড এবং অন্যান্য বড় পাখিগুলি বিদ্যুতের লাইনের সাথে সংঘর্ষের কারণে মৃত্যুর ঝুঁকিতে রয়েছে। কম্বোডিয়ার সরকার তোনলে সাপ নিম্নাঞ্চলের উত্তর প্রান্তে 230-কেভি বিদ্যুৎ লাইন নির্মাণের পরিকল্পনা করেছে, যা ফ্লোরিকান জনসংখ্যার ৪। শতাংশের প্রজনন ক্ষেত্রের কাছাকাছি অবস্থিত এবং এর ব্যাপ্তি সম্ভবত পাখিদের প্রজনন এবং অ-প্রজনন এলাকার মধ্যে থাকা ভ্রমণ পথ জুড়েও রয়েছে। এই গবেষণায় ফ্লোরিকান জনসংখ্যার উপর প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনগুলির প্রভাবগুলি অনুমান করতে ফ্লোরিকান চলাচল এবং মৃত্যুহার সম্পর্কিত তথ্য সংগ্রহ করা হয়।

পদ্ধতি: লেখকেরা পাঁচ বছর ধরে 17 টি পৃথক ফ্লোরিক্যানের চলাচলের পথ ট্র্যাক করতে টেলিমেট্রি ট্রান্সমিটার ব্যবহার করেছেন। তারা বিদ্যুৎ লাইনের কারণে বাস্টার্ড মৃত্যুহারের পূর্ববর্তী গবেষণার একটি লিটেরেচার পর্যালোচনা করেছেন যাতে নতুন বিদ্যুৎ লাইনের প্রতি কিলোমিটারে প্রত্যাশিত মারাত্মক সংঘর্ষের গড় হার অনুমান করা যায়। তারা পর্যবেক্ষণকৃত ভ্রমণ পথ এবং প্রজনন এলাকার সাথে প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইন রুটগুলি মিলিয়ে দেখেছেন যেখানে ফ্লোরিকানদের বিদ্যুৎ লাইনের সাথে সংঘর্ষের কারণে উচ্চ মৃত্যুর হার হতে পারে।

উপসংহার: ট্রান্সমিটারের সাথে ট্যাগ করা ফ্লোরিকানরা প্রতি অ-প্রজনন মৌসুমে দুইবার প্রস্তাবিত বিদ্যুৎ লাইনের পথ অতিক্রম করে, যা সংঘর্ষের মৃত্যুর উচ্চ সম্ভাবনা নির্দেশ করে। কিছু পাখির প্রজনন এলাকা প্রস্তাবিত রুটের যথেষ্ট কাছাকাছি অবস্থিত ছিল যে তারা সম্ভবত বিদ্যুৎ লাইনের সংস্পর্শে আসবে। লিটারেচার পর্যালোচনা থেকে জানা গেছে যে পূর্ববর্তী গবেষণায় প্রতি বছর প্রতি কিলোমিটার বিদ্যুৎ লাইনের সাথে সংঘর্ষের কারণে মৃত 0.69টি বাস্টার্ড পাখিকে শনাক্ত করা হয়েছে। যদিও তোনলে সাপ নিম্নাচলে ফ্লোরিকান জনসংখ্যার জন্য এই মৃত্যু হার সরাসরি প্রয়োগ করা যুক্তিযুক্ত নয়, লেখকেরা

পরামর্শ দিয়েছেন যে এই জনসংখ্যার মধ্যে একই রকম সংঘর্ষ জনিত মৃত্যুর ফলে দক্ষিণ -পূর্ব এশীয় উপ -প্রজাতির ফ্লোরিকানের একমাত্র উল্লেখযোগ্য জনসংখ্যা আরও হ্রাস পেতে পারে। অন্যান্য দুর্বল পাখির প্রজাতিও প্রভাবিত হতে পারে, যার মধ্যে রয়েছে সারুস ক্রেন, স্পট-বিল্ড পেলিকান এবং বেশ কিছু সারস এবং আইবিস প্রজাতি। লেখকেরা প্রস্তাবিত তোনলে সাপ বিদ্যুৎ লাইনের অংশের রুট নতুন করে পুনরায় নির্ধারণ করার সুপারিশ করেছেন যা সম্ভবত সংঘর্ষের হটস্পট হয়ে উঠতে পারে এবং বার্ড ফ্লাইট ডিফ্লেক্টর বা লাইন মার্কার ইনস্টল করার কথা বলেছেন যেখানে পুনরায় রুট নির্ধারণ করা সম্ভব নয়।

অনুকরণীয় স্টাডি 6: মায়ানমারের মেঘলা চিতাবাঘের উপর সড়ক ও রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (কাস্তা ও অন্যান্য, 2020)

প্রকাশনা: কাসজটা, জি, কুশম্যান, এসএ, হুটুন, এস, নাইং, এইচ, বার্নহ্যাম, ডি, এবং ম্যাকডোনাল্ড, ডিডব্লিউ(2020) । বেল্ট অ্যান্ড রোড উদ্যোগের প্রভাব এবং মায়ানমারের অন্যান্য বড় উন্নয়নের অনুকরণ করে একজন দূত ফেলিড, মেঘলা চিতাবাঘ, নেওফেলিস নেবুলোসা। ল্যান্ডস্কেপ ইকোলজি, 1-20। https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10980-020-00976-z.pdf ।

স্টাডি এলাকা: মায়ানমার

ফোকাল প্রজাতি: মেঘলা চিতা (*Neofelis nebulosa*)

অবকাঠামোর ধরন: সড়ক, রেলপথ

পটভূমি: মায়ানমারে দক্ষিণ বা দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার যে কোনো জাতির সবচেয়ে বিস্তৃত অবশিষ্ট বনভূমি রয়েছে এবং এটি একটি বৈশ্বিক জীববৈচিত্র্য হটস্পট, কিন্তু এটি প্রাকৃতিক সম্পদ আহরণ এবং বৃহৎ আকারের কৃষি ও শিল্প উন্নয়নের সাথে যুক্ত দ্রুত বন উজাড়ের সম্মুখীন হচ্ছে। মায়ানমারের সমৃদ্ধ প্রাকৃতিক সম্পদ এবং দক্ষিণ ও দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার মধ্যে কৌশলগত অবস্থান এটিকে চীনের BRI -এর একটি গুরুত্বপূর্ণ লক্ষ্য করে তুলেছে, যা এশিয়া জুড়ে ধারাবাহিক অর্থনৈতিক করিডোর (সড়ক ও রেল অবকাঠামো সহ) বিকাশ করতে চায়। বিশেষ করে তিনটি বড় প্রস্তাবিত LI প্রকল্প-ভারত-মায়ানমার-থাইল্যান্ড ত্রিপক্ষীয় মহাসড়ক, BRI সিল্ক রোড, এবং BRI পাইপলাইন রেলপথের ফলে বন্যপ্রাণীর বাসস্থান হ্রাস এবং বিভাজন, সড়কে প্রাণী হত্যা, এবং বন্যপ্রাণী পাচারের অ্যাক্সেস বাড়িয়ে মায়ানমারের জীববৈচিত্র্যের জন্য উল্লেখযোগ্য ঝুঁকি সৃষ্টি করতে পারে। এই গবেষণায় এই অ্যাম্ব্রেলা প্রজাতি এবং এই অঞ্চলের বনের জীববৈচিত্র্যের সূচক হিসাবে বনের মাঝে বিস্তৃত এবং ক্যারিশম্যাটিক শীর্ষ শিকারী মেঘলা চিতাবাঘের তথ্য ব্যবহার করে এই উন্নয়ন পরিস্থিতিগুলির সম্ভাব্য প্রভাবের বিশ্লেষণ করা হয়েছে।

পদ্ধতি: লেখকেরা পরিবেশগত ভিন্নতা, LI এবং মানব উন্নয়নের স্থানিক ডেটা ব্যবহার করেছেন যাতে মেঘলা চিতাবাঘের চলাচলের ক্ষেত্রে ভূমির রেজিস্ট্যান্স অনুমান করা যায় এবং এরপর মেঘলা চিতাবাঘের জন্য উপযুক্ত আবাসস্থলগুলির মধ্যে চলাচলের আদলে সংযোগের মডেল ব্যবহার করা হয়। উন্নয়নের আগে ও পরে ল্যান্ডস্কেপের দৃশ্য পাওয়ার জন্য কানেক্টিভিটি মডেল ব্যবহারের মাধ্যমে লেখকেরা মেঘলা চিতাবাঘের জন্য ল্যান্ডস্কেপ কানেক্টিভিটির পরিবর্তন অনুমান করতে সক্ষম হন যা প্রতিটি প্রস্তাবিত LI প্রকল্প সম্পন্ন হলে ঘটবে বলে ধারণা করা হয়েছে। তারা মেঘলা চিতাবাঘের আবাসস্থল বিভাজনে সম্ভাব্য পরিবর্তনগুলি অনুমান করার জন্য প্রাক-এবং উন্নয়ন-পরবর্তী ল্যান্ডস্কেপের জন্য ল্যান্ডস্কেপ ফ্র্যাগমেন্টেশন মেট্রিক্সের একটি সিরিজও গণনা করেছেন। অবশেষে, তারা একটি জেনেটিক সিমুলেশন প্রোগ্রাম ব্যবহার করে LI ডেভেলপমেন্টের দৃশ্যগুলি কীভাবে মেঘলা চিতাবাঘের জিন প্রবাহকে সীমাবদ্ধ করতে পারে এবং জেনেটিক বৈচিত্র্য এবং জনসংখ্যার আকারকে প্রভাবিত করতে পারে তা জানার চেষ্টা করেছেন।

উপসংহার: ত্রিপক্ষীয় মহাসড়ক মায়ানমারের মেঘলা চিতাবাঘের জন্য দুটি বৃহত্তম কোর আবাসস্থল প্যাচকে বিভক্ত করবে এবং এই কোরগুলির সাথে সংযুক্ত করিডোরকেও দ্বিখণ্ডিত করবে। সিল্ক রোড 39 শতাংশ পর্যন্ত ল্যান্ডস্কেপ ফ্র্যাগমেন্টেশন বৃদ্ধি করবে। পাইপলাইন রোড একটি গুরুত্বপূর্ণ কোর এলাকায় উচ্চ চলাচলের ঘনত্বের একটি অঞ্চলকে ছেদ করবে এবং জেনেটিক সিমুলেশনগুলি ইঙ্গিত করে যে এটি মেঘলা চিতাবাঘের জনসংখ্যার জিনগত বৈচিত্র্যকে উল্লেখযোগ্যভাবে হ্রাস করবে। মেঘলা চিতাবাঘের জনসংখ্যার আকারের উপর এই তিনটি LI উন্নয়ন দৃশ্যকল্পের পূর্বাভাসকৃত নির্দিষ্ট প্রভাবগুলি সামান্য ছিল, কিন্তু মায়ানমারে নতুন জলবিদ্যুৎ বাঁধ এবং শহরের বৃদ্ধির প্রভাব এর সাথে যুক্ত হলে মেঘলা চিতাবাঘের সংখ্যা 25 শতাংশ পর্যন্ত কমে যেতে পারে। বনের ইকোসিস্টেমে মেঘলা চিতাবাঘের এই গবেষণার ফলাফল প্রস্তাবিত নতুন সড়ক এবং রেলপথের সম্ভাব্য ক্ষতির শক্তিশালী প্রমাণ প্রদান করে, কিন্তু লেখকেরা সুপারিশ করেছেন যে জীববৈচিত্র্যের উপর LI উন্নয়নের সম্পূর্ণ প্রভাবগুলি বোঝার জন্য মায়ানমারে বিভিন্ন ফোকাল প্রজাতি এবং ইকোসিস্টেমের অনুরূপ বিশ্লেষণের প্রয়োজন হবে।

অনুকরণীয় স্টাডি 7: নেপালে তুষার চিতাবাঘের উপর সড়কের সম্ভাব্য প্রভাব (WWF 2018)

প্রকাশনা: ওয়ার্ল্ড ওয়াইল্ডলাইফ ফান্ড।(2018) । নেপালে তুষার চিতার বাসস্থানে অবকাঠামোর মূল্যায়ন WWF নেপাল, কাঠমান্ডু। https://wwf.panda.org/discover/knowledge_hub/?340154/Infrastructure-Assessment-in-Snow-Leopard-Habitat-of-Nepal

স্টাডি এলাকা: নেপাল

ফোকাল প্রজাতি: তুষার চিতা (*Panthera uncia*)

অবকাঠামোর ধরন (গুলি): সড়ক

পটভূমি: তুষার চিতাবাঘ সংরক্ষণের জন্য উত্তর হিমালয় অঞ্চল একটি বৈশ্বিক অগ্রাধিকারমূলক ভূখণ্ড, এটি প্রধান প্রজাতি যা উচ্চ পর্বতের ইকোসিস্টেমের স্বাস্থ্যের সূচক হিসাবে বিবেচিত হয়। নেপাল বিশ্বব্যাপী তুষার চিতা জনসংখ্যার প্রায় সাত শতাংশ ধারণ করে থাকে, কিন্তু দেশে LI উন্নয়ন তুষার চিতাবাঘের জন্য একটি উদীয়মান হুমকি। নেপালের উত্তর সীমান্তে সড়ক নেটওয়ার্ক সম্প্রসারণের জন্য পাবলিক ডিমান্ড রয়েছে এবং জাতীয় নীতিনির্ধারকরা সাধারণত প্রতিবেশী চীন এবং ভারতের দ্রুত বর্ধনশীল অর্থনীতির সাথে সংযোগ বৃদ্ধি করে নেপালের অর্থনৈতিক প্রবৃদ্ধির জন্য এই সম্প্রসারণকে সমর্থন করে। কমপক্ষে ।3 উত্তর-দক্ষিণ (এনএস) সড়ক যা নেপালের নিম্নভূমিগুলিকে চীনের সাথে সংযুক্ত করেছে তা প্রস্তাবিত বা নির্মাণাধীন আছে এবং এগুলি তুষার চিতাবাঘের জন্য গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থলকে ছেদ করবে। এই সড়কগুলি এবং তাদের রুটগুলির সাথে সম্পর্কিত মানব বসতি প্রাকৃতিক ভূমিকে বিভাজিত করতে পারে, তুষার চিতাবাঘের জনসংখ্যার মধ্যে জিনের প্রবাহ হ্রাস করতে পারে এবং তুষার চিতাবাঘের আবাসস্থলে চোরা শিকারীদের প্রবেশ বৃদ্ধি করতে পারে।

পদ্ধতি: লেখকেরা তুষার চিতাবাঘের রেঞ্জে LI উন্নয়ন প্রকল্পগুলি শনাক্ত করার জন্য একাডেমিক গবেষণা, সরকারী নীতি এবং উন্নয়ন পরিকল্পনা এবং সংবাদ প্রতিবেদনের একটি বিস্তৃত পর্যালোচনা করেছেন। তারা নেপালের তুষার চিতাবাঘের আবাসস্থলের মধ্যে সড়কের বর্তমান ঘনত্বের মানচিত্র তৈরি করেছেন এবং প্রস্তাবিত সকল এনএস সড়ক নির্মাণের পরে ভবিষ্যতের সড়কের ঘনত্বের সাথে এই মানচিত্রের তুলনা করেছে। সড়কের ঘনত্বের ভিত্তিতে তুষার চিতাবাঘের জন্য উচ্চ, মাঝারি এবং কম ঝুঁকিপূর্ণ চিহ্নিত করা হয়েছিল। লেখকেরা আরও চার ধরনের অবকাঠামোর (খনি, সড়ক, বসতি, বিমানবন্দর এবং জলবিদ্যুৎ) ঘনত্বের পরিবর্তন মূল্যায়ন করেছেন, কিন্তু একটি বিশেষজ্ঞ প্যানেল অন্যান্য অবকাঠামোর তুলনায় সড়কগুলিকে তুষার চিতাবাঘের জন্য উচ্চ ঝুঁকি হিসাবে চিহ্নিত করেছে।

উপসংহার: যদি প্রস্তাবিত সকল এনএস সড়ক সম্পন্ন হয়, তাহলে সড়ক দ্বারা প্রভাবিত তুষার চিতাবাঘের আবাসস্থলের মোট এলাকা 5,725 থেকে 17,775 কিমি ^{2} পর্যন্ত প্রায় তিনগুণ বৃদ্ধি পাবে। বিদ্যমান সড়কগুলির প্রভাব নিম্ন বা মাঝারি হিসাবে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়েছিল, কিন্তু নতুন সড়ক উন্নয়নের 600 কিমি 2 উচ্চ প্রভাবের এলাকাএবং 175 কিমি 2 খুব উচ্চ প্রভাবের এলাকা সৃষ্টি করবে। তুষার চিতাবাঘের উপর প্রত্যাশিত প্রভাবগুলি হিমালয়ান নেকড়ে, তিব্বতি শিয়াল, এবং সোনালি শিয়াল এবং অন্যান্য শিকারী প্রজাতি যেমন নীলগাই, হিমালয়ান তাহর, হিমালয়ান আরগালি, হিমালয়ান সেরো বা বুনো ছাগল, গরাল এবং কস্তুরী হরিণের মত প্রাণীর উপরও পড়বে, যে প্রাণীগুলি একই পার্বত্য ভূমিতে বিচরণ করে থাকে । লেখকেরা পরামর্শ দিয়েছিলেন যে নেপালে LI উন্নয়নের স্থায়িত্ব নিশ্চিত করার জন্য পরিকল্পনার সময় পরিবেশগত প্রভাবের বিশদ মূল্যায়ন করা, নির্মাণের সময় মিটিগেশন ব্যবস্থার অন্তর্ভুক্তি এবং অপারেশনের সময় পর্যবেক্ষণ এবং সংশোধনমূলক ব্যবস্থা নেওয়া প্রয়োজন।

অনুকরণীয় স্টাডি 8: মধ্য ভারতে বাঘের উপর সড়কের সম্ভাব্য প্রভাব (থাটে ও অন্যান্য, 2018)

প্রকাশনা: থাটে, পি, জোশি, এ, বৈদ্যানাথন, এস, ল্যান্ডগুথ, ই।, এবং রামকৃষ্ণন, ইউ(2018) । বাঘের সংযোগ বজায় রাখা এবং পরবর্তী শতাব্দীতে বিলুপ্তিকে কমিয়ে আনা: আড়াআড়ি জেনেটিক্স এবং স্থানিকভাবে স্পষ্ট সিমুলেশন থেকে অন্তর্দৃষ্টি। বায়োলজিক্যাল কনজার্ভেশন, 218, 181-191। https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320717307346 ।

স্টাডির এলাকা: মধ্য ভারত

ফোকাল প্রজাতি: বাঘ (*Panthera tigris*)

অবকাঠামোর ধরন (গুলি): সড়ক

পটভূমি: ভারতে বিশ্বের 65 শতাংশ বাঘ রয়েছে, এবং দেশে সংরক্ষণ ও ব্যবস্থাপনা প্রচেষ্টার ফলে গত 30 বছরে বাঘের জনসংখ্যা 30 শতাংশ বৃদ্ধি পেয়েছে, যা এই প্রজাতির জন্য একটি গুরুত্বপূর্ণ আশ্রয়স্থলে পরিণত হয়েছে। তবে, ভারতের পিএ এবং অন্যান্য প্রাকৃতিক এলাকায় বাঘের ছোট ছোট জনসংখ্যা দেখা যায় যা জিন প্রবাহের জন্য পর্যাপ্তভাবে সংযুক্ত না হওয়া পর্যন্ত বাঘের জনসংখ্যাকে টেকসই করা যাবে না। একটি দ্রুত বর্ধনশীল অর্থনীতি এবং 2050 সালের মধ্যে মানুষের জনসংখ্যা দ্বিগুণ হওয়ার আলোকে ভারতে শহরগুলির মধ্যে আরও ভাল সড়ক এবং রেল যোগাযোগের প্রবল চাহিদা রয়েছে। ভারতের পরিবহন নেটওয়ার্কের সম্প্রসারণ ও উন্নতি বাঘের জনগোষ্ঠীর মধ্যে সংযোগ বিঘ্নিত করার সম্ভাবনা রয়েছে। এই গবেষণায় ভবিষ্যতের সড়ক উন্নয়ন কীভাবে বাঘের সংযোগস্থলের পরিবর্তন ঘটিয়ে জেনেটিক বৈচিত্র্য কমাতে এবং সময়ের সাথে সাথে বাঘের জনসংখ্যার বিলুপ্তির সম্ভাবনা বাড়িয়ে তুলতে পারে তা জানার চেষ্টা করা হয়েছে।

পদ্ধতি: লেখকেরা মধ্য ভারত জুড়ে 116 টি বাঘের কাছ থেকে জেনেটিক ডেটা সংগ্রহ করেছিলেন এবং বাঘ বিচ্ছুরণে সড়কের ট্রাফিকের তীব্রতা, মানুষের বসতি এবং ভূমির ব্যবহার সহ ল্যান্ডস্কেপ ভিন্নতার প্রভাবগুলি অনুমান করতে ল্যান্ডস্কেপ জেনেটিক পদ্ধতি ব্যবহার করেছিলেন। এরপর তারা একটি জেনেটিক সিমুলেশন প্রোগ্রাম ব্যবহার করে 100 বছরের ভবিষ্যতের বিভিন্ন উন্নয়ন কর্মকান্ডের প্রেক্ষিতে বাঘের মিলন এবং চলাচলের একটি মডেল তৈরি করেছেন, এবং প্রতিটি ক্ষেত্রে বাঘের জনসংখ্যার জিনগত বৈচিত্র্য এবং বিলুপ্তির সম্ভাব্যতার প্রত্যাশিত পরিবর্তন রেকর্ড করেছেন । বিশ্লেষণে বিবেচিত উন্নয়ন দৃশ্যের মধ্যে দুটি জাতীয় মহাসড়ক (এনএইচ 6 এবং এনএইচ 7) এর প্রশস্তকরণ অন্তর্ভুক্ত ছিল যেগুলি বাঘের চলাচলে বাধা হিসাবে কাজ করবে যদি বন্যপ্রাণী পারাপারের কাঠামো তৈরি না করা হয়।

উপসংহার: মডেলগুলি ইঙ্গিত করে যে বন্যপ্রাণী পারাপার কাঠামো ছাড়া এনএইচ প্রশস্ত করা হলে কানহা টাইগার রিজার্ভ এবং পঞ্চ টাইগার রিজার্ভের বাঘের জনসংখ্যার মধ্যে জেনেটিক ডিফেরেন্সিয়েশন-জিনগত পার্থক্য চার গুণ বেড়ে যাবে। ক্রসিং স্ট্রাকচার ছাড়াই এনএইচ 6 প্রশস্ত করা হলে উভয় পাশে নাগজিরা এবং নওগাঁও বাঘ জনসংখ্যার মধ্যে জিনগত পার্থক্য 65 গুণ বেড়ে যাবে। লেখকেরা সুপারিশ করেন যে, যেসব ক্ষেত্রে বাঘ চলাচলে বাধা কমিয়ে আনার জন্য প্রস্তাবিত সড়কগুলির রুট পুনরায় নির্ধারণ করা যাবে না, সেখানে সড়ক নির্মাণ বা সম্প্রসারণের আগে বন্যপ্রাণী ওভারপাস বা আন্ডারপাসের মতো মিটিগেশন কাঠামো স্থাপন করা উচিত। ভারতে উন্নয়ন পরিকল্পনায় অবশ্যই জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণ এবং বন্যপ্রাণীর জন্য ল্যান্ডস্কেপ কানেক্টিভিটি সংরক্ষণের পাশাপাশি মানব উন্নয়নের লক্ষ্যমাত্রা আমলে নিতে হবে এবং মডেলিং স্টাডির মাধ্যমে LI এবং অন্যান্য ধরনের উন্নয়নের প্রভাবের ঝুঁকির মধ্যে থাকা প্রাণীর জনসংখ্যাকে চিহ্নিত করতে সাহায্য করবে।

অনুকরণীয় স্টাডি 9: মালয়েশিয়ান বোর্নিওতে মেঘলা চিতাবাঘের উপর সড়ক ও রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (কাস্তা ও অন্যান্য, 2019)

প্রকাশনা: কাসজটা, জি, কুশম্যান, এসএ, হর্ন, এজে, বার্নহ্যাম, ডি, ম্যাকডোনাল্ড, ইএ, গোসেন্স, বি, নাথান, এসকেএসএস, এবং ম্যাকডোনাল্ড, ডিডাব্লু(2019) । সাবা (বোর্নিও) -তে উন্নয়ন এবং পুনরুদ্ধারের পরিকল্পনায় সুন্দা মেঘলা চিতাবাঘ (নিওফেলিস ডায়ার্ডি) সংরক্ষণকে সংহত করা। বায়োলজিক্যাল কনজার্ভেশন, 235, 63-76।
https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0006320718309480 ।

স্টাডির এলাকা: সাবাহ (মালয়েশিয়ান বোর্নিও)

ফোকাল প্রজাতি: সুন্দা মেঘলা চিতা (*Neofelis diardi*)

অবকাঠামোর ধরন: সড়ক, রেলপথ

পটভূমি: সুন্দা মেঘলা চিতাবাঘ বোর্নিওর ভূমিতে একটি শীর্ষ শিকারী এবং দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার মূল ভূখণ্ডের মেঘলা চিতাবাঘের থেকে জিনগতভাবে আলাদা। নির্দিষ্ট এলাকায় সীমিত চলাচলের সুযোগ সংবলিত প্রজাতি হিসেবে মেঘলা চিতা অন্যান্য বন-নির্ভর প্রজাতির জন্য অ্যাম্ব্রেলা প্রজাতি হিসেবে কাজ করে এবং মালয়েশিয়ার সাবাহ রাজ্যে বাস্তুতন্ত্রের স্বাস্থ্যের সূচক হিসাবে কাজ করতে পারে। দ্রুত বন উজাড়ের কারণে সাবাহতে জনসংখ্যা মেঘলা চিতাবাঘের জনসংখ্যা 750টিতে নেমে এসেছে এবং এই অঞ্চলে প্রস্তাবিত LI উন্নয়ন এটির আবাসস্থলকে আরও বিভক্ত করা, জিন প্রবাহ হ্রাস করা এবং মৃত্যুহার বৃদ্ধির হুমকি রয়েছে। এই গবেষণায় মেঘলা চিতাবাঘ এবং সাবাহ জুড়ে তাদের বনের আবাসস্থলে সড়ক ও রেল উন্নয়নের সম্ভাব্য প্রভাবগুলি অন্বেষণ করতে বিভিন্ন মডেলিং কৌশল ব্যবহার করা হয়েছে।

পদ্ধতি: লেখকেরা 2033 সালের জন্য সাবাহ স্ট্রাকচার প্ল্যান থেকে প্রস্তাবিত সড়ক এবং রেলওয়ে উন্নয়নের ব্যাপারে স্থানিক তথ্য সংকলন করেছেন, যার মধ্যে 16 টি নতুন চার-লেন হাইওয়ে সেগমেন্ট, 15 টি সড়কের অংশ হাইওয়েতে আপগ্রেড করা এবং 10 টি নতুন রেলপথ সেগমেন্ট অন্তর্ভুক্ত রয়েছে। তারা মেঘলা চিতাবাঘের জন্য জিপিএস টেলিমেট্রি ডেটা ব্যবহার করে এবং ভূমি, বন ও সড়কের বৈশিষ্ট্যের কারণে চিতাবাঘের চলাচলের ক্ষেত্রে ভূমির রেজিস্ট্যান্স অনুমান করেছেন। তারা মেঘলা চিতাবাঘের জন্য উপযুক্ত আবাসস্থলের মধ্যে চলাচল অনুকরণ করার জন্য সংযোগের মডেল ব্যবহার করেছেন, যেখানে বর্তমানের উন্নয়নের আগের ল্যান্ডস্কেপ কনফিগারেশন বা প্রস্তাবিত LI ডেভেলপমেন্ট সম্পন্ন হয়েছে এমন পরিস্থিতি আমলে নেওয়া হয়, এবং তারপর মেঘলা চিতাবাঘের উপর প্রভাব বোঝার জন্য উন্নয়নের আগে ও পরের ফলাফলের তুলনা করেছেন । লেখকেরা চিতাবাঘের আবাসস্থল বিভাজনে সম্ভাব্য পরিবর্তনগুলি অনুমান করার জন্য প্রাক-এবং উন্নয়ন-পরবর্তী ল্যান্ডস্কেপের জন্য ল্যান্ডস্কেপ

ফ্র্যাগমেন্টেশন মেট্রিক্সের একটি সিরিজ গণনা করেছেন। অবশেষে, তারা একটি জেনেটিক সিমুলেশন প্রোগ্রাম ব্যবহার করে জানার চেষ্টা করেছেন কীভাবে LI ডেভেলপমেন্ট চিতাবাঘের জিনের প্রবাহকে সীমাবদ্ধ এবং জেনেটিক বৈচিত্র্য ও জনসংখ্যার আকারকে প্রভাবিত করতে পারে, তারা এমন একটি পদ্ধতি ব্যবহার করেছেন যা LI উন্নয়নের (যেমন, সড়কঘাটের)কারণে প্রাণীর সরাসরি মৃত্যুর হার এবং সংযোগের উপর প্রভাবগুলি অন্তর্ভুক্ত করে। চিতাবাঘের আবাসস্থলের উপর প্রভাব কমাতে LI উন্নয়নের রুট পুনরায় নতুন করে নির্ধারণ করার পরও যেসব LI-এর গুরুতর প্রভাব রয়েছে, সেগুলি চিতাবাঘের উপর বিরূপ প্রভাব ফেলার আশংকা করা হয়েছে।

উপসংহার: দুটি নতুন সড়ক সেগমেন্ট, একটি সড়ক আপগ্রেড এবং একটি নতুন রেলওয়ে সেগমেন্ট মেঘলা চিতাবাঘের সংযোগে উল্লেখযোগ্য নেতিবাচক প্রভাব ফেলবে এবং ল্যান্ডস্কেপ ফ্র্যাগমেন্টেশন উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পাবে বলে আশংকা হয়েছে, সকল LI উন্নয়নের রুট জুড়ে প্রাণীদের সংযোগ 23 শতাংশ হ্রাসের পাবে বলে ধারণা করা হয়েছে। জেনেটিক সিমুলেশন ইঙ্গিত দেয় যে স্বাভাবিক পরিস্থিতির তুলনায় সাবাহ জুড়ে LI ডেভেলপমেন্টের ফলে মেঘলা চিতাবাঘের জনসংখ্যা (63 শতাংশ পর্যন্ত) হ্রাস পাবে, এছাড়াও কিছু উপ-প্রজাতি বিলুপ্ত হওয়ার এবং জেনেটিক বৈচিত্র্য কমে যাওয়ার আশংকা রয়েছে। গুরুতর প্রভাব ফেলতে পারে এমন পাঁচটি LI অংশের রুট পুনরায় নতুন করে নির্ধারণ করা হলে কানেক্টিভিটি তিন শতাংশ উন্নত হবে কিন্তু জেনেটিক বৈচিত্র্য বা জনসংখ্যার আকার উন্নত হবে না। লেখকেরা জোর দিয়েছিলেন যে বন্যপ্রাণী জনসংখ্যার উপর LI উন্নয়নের সম্পূর্ণ প্রভাবগুলি বোঝার জন্য কেবল সংযোগের হ্রাস নয়, LI -এর কারণে হওয়া প্রাণীদের সরাসরি মৃত্যুর হার বিশ্লেষণ করা প্রয়োজন। তারা আরও উল্লেখ করেছেন যে মেঘলা চিতাবাঘের উপর তাদের প্রভাবের মডেলগুলি সংরক্ষণের কথা মাথায় রেখেই করা হয়েছে কারণ তারা মানুষের ফলে শান্তিভঙ্গ হওয়া, চোরাচালান, ভূমি রূপান্তর এবং হাইওয়ে এবং রেলপথের উন্নয়নের সাথে সংশ্লিষ্ট ছোট সড়ক নির্মাণের বিষয়গুলি অন্তর্ভুক্ত করেননি।

অনুকরণীয় স্টাডি 10: লাওসের জীববৈচিত্র্যের উপর সড়কের সম্ভাব্য প্রভাব (ড্যানিও ও অন্যান্য, 2018)

প্রকাশনা: ড্যানিও, এস, দাশগুপ্ত, এস, এবং হুইলার, ডি(2018) । সম্ভাব্য বন হারানো এবং লাও পিডিআর -এর সড়ক উন্নয়নের ফলে জীববৈচিত্র্যের ঝুঁকি। পলিসি রিসার্চ ওয়ার্কিং পেপার 8569। ডেভেলপমেন্ট রিসার্চ গ্রুপ, ডেভেলপমেন্ট ইকোনমিক্স এন্ড দা এনভায়রনমেন্ট এন্ড ন্যাচারাল রিসোর্সেস গ্লোবাল প্র্যাকটিস, ওয়ার্ল্ড ব্যাংক গ্রুপ। https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30321?locale-attribute=en ।

স্টাডির এলাকা: লাওস

ফোকাল প্রজাতি: কোনটিই নয় (প্রজাতি-নিরপেক্ষ)

অবকাঠামোর ধরন (গুলি): সড়ক

পটভূমি: লাওসে অধিকাংশ যাত্রীবাহী এবং মালবাহী পরিবহন সড়কের মাধ্যমে করা হয়ে থাকে, কিন্তু দেশের সড়ক নেটওয়ার্কের মাত্র 16 শতাংশ পাকা। সড়কের মান উন্নত করলে পরিবহন খরচ কমবে এবং লাওসে কৃষি উৎপাদনের মুনাফা বৃদ্ধি পাবে, কিন্তু এটি উন্নত সড়কের আশেপাশে নতুন লাভজনক করিডোর সৃষ্টির লক্ষ্যে কৃষি উন্নয়নের ফলে বনভূমির নিধন বৃদ্ধি করবে। এই বন নিধন করা দেশের জীববৈচিত্র্যের জন্য ক্ষতিকর হতে পারে, বিশেষ করে সেসব প্রজাতির জন্য যেগুলি অক্ষত বনভূমির উপর নির্ভর করে থাকে। জীববৈচিত্র্য রক্ষার সময় কোথায় এবং কিভাবে অর্থনৈতিক উন্নয়ন করা যায় সে সম্পর্কে আরও উত্তম সিদ্ধান্ত নেওয়ার জন্য সম্ভাব্য সড়কের উন্নয়নের জৈবিক প্রভাব সম্পর্কে স্পষ্ট স্থানিক তথ্য থেকে নীতিনির্ধারকরা উপকৃত হতে পারেন। এই গবেষণায় লাওসের সড়কের উন্নয়নের সঙ্গে

যুক্ত অর্থনৈতিক সুবিধা এবং জীববৈচিত্র্যের ক্ষতির মধ্যে ভারসাম্য আনার ব্যাপারে জানার চেষ্টা করা হয়েছে।

পদ্ধতি: এই গবেষণায় লাওসের বিদ্যমান সড়ক নেটওয়ার্ক এবং অতীতের বন নিধনের নিদর্শনগুলির স্থানিক তথ্য ব্যবহার করা হয়েছে যাতে সড়কের ধরন এবং নৈকট্য, আইনী সুরক্ষার অবস্থা, অর্থনৈতিক বৈশিষ্ট্য এবং প্রাকৃতিক ভূমির বৈশিষ্ট্য উপর নির্ভর করে কীভাবে বন নিধন করা হয়েছে তার একটা মডেল তৈরি করা যায়। লেখকেরা তারপর এই মডেলটি ব্যবহার করে ভবিষ্যতের বন নিধনের পরিমাণ এবং অবস্থান সম্পর্কে ভবিষ্যদ্বাণী দিয়েছেন, যদি লাওসের সড়ক নেটওয়ার্কের সকল সেকেন্ডারি এবং তৃতীয় সড়কগুলি শেষ পর্যন্ত প্রাথমিক সড়কে উন্নীত করা হয়। তারা একটি কম্পোজিড় বায়ডাইভার্সিটি সূচক ব্যবহার করে সারা দেশে জীববৈচিত্র্যের ভ্যালুর মানচিত্র তৈরি করেছেন যেখানে বায়োমের স্ট্যাটাস, প্রজাতির ঘনত্ব, স্থানীয়তা এবং বিলুপ্তির ঝুঁকি সম্পর্কিত তথ্য একত্রিত করা হয় এবং অতীতের বন নিধনের প্রেক্ষাপট আমলে নিয়ে এগুলির সমন্বয় করা হয়েছে। পরিশেষে, লেখকেরা সম্পূর্ণ সড়ক আপগ্রেডিংয়ের পরিস্থিতি আমলে নিয়ে এই ক্লিয়ারিং-অ্যাডজাস্টেড বায়োডাইভার্সিটি ইনডেক্সকে তাদের মডেল থেকে প্রাপ্ত বন ক্লিয়ারিং-এর পূর্বাভাসকৃত বৃদ্ধির মান দিয়ে গুণ করেছেন যাতে জীববৈচিত্র্য ক্ষতির উচ্চ ঝুঁকি আছে এমন ক্ষেত্রগুলি চিহ্নিত করা যায়।

উপসংহার: ইকোনোমেট্রিক মডেলগুলি ইঙ্গিত দেয় যে প্রাথমিক সড়কগুলির সাথে মিলে সেকেন্ডারি সড়কগুলি তৃতীয় স্তরের সড়কের চেয়ে বেশি পরিমাণে বন নিধন করবে। লাওসের সেকেন্ডারি এবং টারশিয়ারি সড়কগুলি আপগ্রেড করার ফলে দেশের উত্তরাঞ্চলে বন নিধন উল্লেখযোগ্যভাবে বৃদ্ধি পাবে বলে পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছিল, যেখানে মানচিত্রে 500 মিটার গ্রিড সেলে বন নিধনের হার ।4 শতাংশ পর্যন্ত বৃদ্ধি পাবে বলে দেখা গেছে। সড়ক আপগ্রেড করার ফলে জীববৈচিত্র্যের উপর বন নিধনের প্রভাবগুলি সারাদেশে ব্যাপক ও বিশাল পরিসরে বিস্তৃত হবে বলে আশংকা করা হয়েছে। এই গবেষণার ফলাফল পরিবহন এমন সব করিডোরে সড়কের উন্নয়নের জন্য সরাসরি বিনিয়োগের ক্ষেত্রে সহায়ক হতে পারে যেখানে জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি কম হবে, এছাড়াও সেই অঞ্চলগুলিও তুলে ধরা যাবে যেখানে বড় ধরনের জীববৈচিত্র্য ক্ষতি এড়ানোর জন্য আরও কঠোর ভূমি সুরক্ষা ব্যবস্থার প্রয়োজন হবে। তারা উল্লেখ করেছেন যে তাদের বিশ্লেষণে ব্যবহৃত পদ্ধতিটি ছোট স্থানিক স্কেলে (যেমন, প্রকল্প-স্তরের বিশ্লেষণ) সড়ক উন্নয়নের পরিবেশগত প্রভাবগুলি মূল্যায়ন করতে বা প্রস্তাবিত নতুন সড়কগুলির প্রভাব মূল্যায়ন করতে ব্যবহার করা যেতে পারে।

অনুকরণীয় স্টাডি ।।: নেপালের তেরাই আর্কের জীববৈচিত্র্যের উপর সড়ক ও রেলপথের সম্ভাব্য প্রভাব (শর্মা ও অন্যান্য, 2018)

প্রকাশনা: শর্মা, আর, রিমাল, বি, স্টর্ক, এন, বড়াল, এইচ, এবং ঢাকাল, এম।(2018) । নেপালের নিম্নভূমিতে জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণে অবকাঠামো উন্নয়নের সম্ভাব্য প্রভাবের স্থানিক মূল্যায়ন। ISPRS ইন্টারন্যাশনাল জার্নাল অফ জিও-ইনফরমেশন, 7 (9), 365. https://www.mdpi.com/2220-9964/7/9/365 ।

স্টাডির এলাকা: তেরাই আর্ক, নেপাল

ফোকাল প্রজাতি: কোনটিই নয় (প্রজাতি-নিরপেক্ষ)

অবকাঠামোর ধরন (গুলি): সড়ক, রেল

পটভূমি: বিশ্বে জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণে নেপাল একটি অগ্রগামী দেশ এবং সফল, বৃহৎ, অক্ষত ইকোসিস্টেমের প্রয়োজন এমন প্রাণীর প্রজাতি সংরক্ষণের জন্য পরিচিত। নেপাল-ভারত সীমান্তে ট্রান্সবাউন্ডারি টিএএল জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের জন্য বিশেষভাবে গুরুত্বপূর্ণ একটি ল্যান্ডস্কেপ কারণ এতে

বাঘ, হাতি এবং গণ্ডারের মতো বড় প্রাণীসহ অনেক বিপন্ন বন্যপ্রাণী প্রজাতির গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থল রয়েছে। টিএএল কৃষি কাজের জন্য একটি উর্বর ক্ষেত্রও বটে যেখানে কিছু স্থানে মানুষের উচ্চ জনসংখ্যার ঘনত্ব রয়েছে এবং নেপাল সরকারের কৌশলগত পরিকল্পনাতে এই এলাকায় নতুন LI উন্নয়নের প্রস্তাব দেওয়া হয়েছে। এই পরিকল্পনার মধ্যে রয়েছে পোস্টাল হাইওয়ে এবং পূর্ব-পশ্চিম রেলওয়ে যা পুরো টিএএল এবং বেশ কয়েকটি পিএ-এর মধ্য দিয়ে অতিক্রম করবে, যা পরিবেশগত প্রভাব কমানোর জন্য সঠিকভাবে ডিজাইন করা না হলে এই অঞ্চলের জীববৈচিত্র্যকে হুমকির মুখে ফেলতে পারে। এই গবেষণায় জীববৈচিত্র্যের উপর টিএএল- এ প্রস্তাবিত LI উন্নয়নের প্রভাবের পূর্বাভাস এবং মানচিত্র তৈরি করা হয়েছে। এটি বাসস্থানের গুণমানের পরিবর্তন ব্যবহার করে তৈরি করা হয় যেটা প্রাণীর প্রজাতি এবং জনসংখ্যার উপর প্রভাবের প্রক্সি হিসেবে কাজ করবে।

পদ্ধতি: লেখকেরা বিদ্যমান এবং প্রস্তাবিত সড়ক এবং রেলপথের ব্যাপারে সরকারী সংস্থার কাছ থেকে স্থানিক তথ্য সংগ্রহ করেছেন। তারা বাসস্থানের মান মডেলিং প্রোগ্রাম InVEST ব্যবহার করে সড়ক ও রেল (সেই সাথে মানব বসতি এবং কৃষি)-এর উন্নয়নের সাথে সম্পর্কিত আবাসস্থল মানের পরিবর্তন জানার চেষ্টা করেছেন যাতে আবাসস্থলের উপযুক্ততা এবং এসব উন্নয়ন সংক্রান্ত হুমকির বৈশিষ্ট্য বোঝা যায় । এই প্রক্রিয়ায় জীববৈচিত্র্য এবং পরিবেশগত মডেলিং বিষয়ে সরকার এবং এনজিও বিশেষজ্ঞদের ইনপুট অন্তর্ভুক্ত করা হয়। আবাসস্থলের পরিবর্তন সুরক্ষা সংক্রান্ত তিনটি পরিস্থিতি বিবেচনায় রেখে তৈরি করা হয় যেখানে বিদ্যমান পিএ এবং আশেপাশের বাফার জোনে মানুষের অ্যাক্সেসের বিভিন্ন স্তর (এবং এর ফলে নৃতাত্ত্বিক হুমকি যেমন শিকার, অবৈধ গাছ কাটা এবং ক্ষতিকর প্রজাতির বিস্তার) আমলে নেওয়া হয়। লেখকেরা টিএএল-এর জন্য বাসস্থানের মানের স্কোরগুলিকে দরিদ্র, নিম্ন, মাঝারি, ভাল এবং উচ্চ শ্রেণীতে বিন্যাস করেছেন এবং উন্নয়নের ফলে এই শ্রেণীবিন্যাসের স্থানিক বিতরণ সম্পর্কে জানার চেষ্টা করেছেন।

উপসংহার: প্রস্তাবিত LI সুরক্ষা স্তর নির্বিশেষে TAL- এ উচ্চমানের আবাসস্থল অতিক্রম করবে এবং হ্রাস করবে, যার ফলে বর্তমানে উচ্চমানের শ্রেণীভুক্ত এলাকায় 12 শতাংশ পর্যন্ত বাসস্থান মানের স্কোর হ্রাস পাবে। বাসস্থানের গুণগত ক্ষতির পরিমাণ এবং মাত্রা নির্ভর করে পিএ এবং বাফার জোনের সুরক্ষার স্তরের উপর। বর্তমান সুরক্ষা স্তরের আওতায় মডেলগুলি ইঙ্গিত দেয় যে কিছু পিএ -তে, যেমন শুক্লাফান্তা জাতীয় উদ্যান, চিতওয়ান জাতীয় উদ্যান এবং কৃষ্ণসার সংরক্ষণ অঞ্চলে বাসস্থানের মান হ্রাস পেয়েছে। সড়ক ও রেল উন্নতি তিনটি জাতীয় উদ্যানের মধ্যে বা কাছাকাছি এলাকায় বাসস্থানের মান 40 শতাংশ পর্যন্ত হ্রাস করতে পারে। ঝুঁকির মধ্যে থাকা এলাকা সহ যেসব হটস্পটে আবাসস্থলের ক্ষতির পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছে সেখানে সরাসরি সংরক্ষণ কার্যক্রম পরিচালনা করতে এই গবেষণা কাজে আসবে বলে লেখকেরা মত ব্যক্ত করেছেন। এই ফলাফলগুলি TAL- এ ভবিষ্যত LI উন্নয়নের জন্য একটি কৌশলগত পরিবেশগত মূল্যায়নের ভিত্তি হিসেবেও কাজ করতে পারে, যেখানে বিস্তৃত স্থান ও সময় সংক্রান্ত ক্ষেত্র থাকবে এবং সেসব তথাকথিত পরিবেশগত মূল্যায়নের মত হবে না যেগুলো সাধারণত LI প্রকল্পের জন্য করা হয় কিন্তু LI-এর পরিবেশগত প্রভাবগুলি সম্পূর্ণভাবে মূল্যায়ন করতে পারে না।

অনুকরণীয় স্টাডিগুলির সমন্বয়

নিচে, আমরা বিদ্যমান সূক্ষ্ম-স্কেল স্টাডি বা গবেষণার মূল বৈশিষ্ট্যগুলির একটি সংক্ষিপ্ত বিবরণ প্রদান করেছি এবং কীভাবে ভবিষ্যতের স্থানিক বিশ্লেষণগুলি এশিয়ায় প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের সম্ভাব্য প্রভাব সম্পর্কে আমাদের বোঝার যে ঘাটতি আছে তা পূরণ করতে পারে সেই ব্যাপারে পরামর্শ দিয়েছি।

স্টাডির বৈচিত্র্য

আমরা যে সকল গবেষণা পর্যালোচনা করেছি তা ছিল দক্ষিণ এশিয়া (ভারত, নেপাল) বা দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়ার (কম্বোডিয়া, ইন্দোনেশিয়া, লাওস, মালয়েশিয়া, মায়ানমার) উপর করা। প্রায় অর্ধেক গবেষণা ছিল প্রজাতি-নিরপেক্ষ বিশ্লেষণ যা কোন বিশেষ প্রজাতির উপর ফোকাস করেনি, এবং বাকিগুলি বড় প্রাণীর (বাঘ, মেঘলা চিতাবাঘ, তুষার চিতাবাঘ) উপর দৃষ্টিপাত করেছে, শুধু একটি গবেষণা ছাড়া যেটি একটি পাখির প্রজাতির উপর দৃষ্টিপাত করেছে (বেঙ্গল ফ্লোরিকান) । প্রায় সব গবেষণাতেই সড়কের প্রভাব বিবেচনায় নেওয়া হয়েছে, অর্ধেক গবেষণাতে রেলপথকে বিবেচনায় নেওয়া হয়েছে, এবং শুধু একটি গবেষণায় বিদ্যুৎ লাইন বিবেচনা করা হয়। প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ সমীক্ষা পিয়ার-রিভিউ করা বিজ্ঞান জার্নালে প্রকাশিত হয়েছিল, বাকি তিন ভাগ সাদা কাগজ বা রিপোর্ট হিসাবে প্রকাশিত হয়েছিল। শিক্ষাবিদ এবং পরিবেশগত এনজিওগুলির সহ-লেখকেরা প্রত্যেকে প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ গবেষণায় অবদান রেখেছেন, আর সরকারী সংস্থার কর্মীরা প্রায় এক-তৃতীয়াংশ গবেষণার সহ-লেখক এবং বহুপাক্ষিক উন্নয়ন ব্যাংকের কর্মীরা একটি গবেষণায় অবদান রেখেছেন।

বিদ্যমান উচ্চমানের গবেষণাসমূহ ইঙ্গিত দেয় যে, এশিয়ার মধ্যে, বিশেষত পূর্ব এবং মধ্য এশিয়ার মধ্যে ভৌগলিক কভারেজ বিস্তার, বৃহৎ স্তন্যপায়ী মাংসাশী প্রাণী ছাড়া অন্য ফোকাল প্রজাতির (যেমন, পাখি, তৃণভোজী স্তন্যপায়ী প্রাণী, সরীসৃপ) আরও গবেষণা অন্তর্ভুক্ত করার জন্য শ্রেণীবিন্যাসের কভারেজ সম্প্রসারণ; সড়ক ছাড়াও বিদ্যুৎ লাইন সহ LI মোডের বিশ্লেষণে জোর দেওয়া; এবং জীববৈচিত্র্যকে প্রভাবিত করতে পারে এমন LI প্রকল্প অনুমোদন, পরিকল্পনা এবং অর্থায়ন করার ক্ষেত্রে দায়িত্বপ্রাপ্ত সরকারী সংস্থা এবং বহুপাক্ষিক উন্নয়ন ব্যাংকের কর্মীদের সরাসরি জড়িত করার মাধ্যমে LI প্রভাব সংক্রান্ত সূক্ষ্ম স্কেল ও সম্ভাব্য স্থানিক বিশ্লেষণের প্রতিনিধিত্ব করা সম্ভব।

জীববৈচিত্র্যের উপর প্রভাব

অধিকাংশ গবেষণায় প্রকৃতিতে বন্যপ্রাণীরা যে অভিজ্ঞতার মুখোমুখি হয়ে থাকে সেই পরিস্থিতির পরিবর্তনের পূর্বাভাসের মাধ্যমে জীববৈচিত্র্যের উপর LI-এর প্রভাব তুলে ধরা হয়েছে। সর্বাধিক বিবেচিত প্রভাব ছিল ল্যান্ডস্কেপ ফ্র্যাগমেন্টেশন, বা অন্যভাবে বললে সংযোগের ক্ষতি, যা প্রায় দুই-তৃতীয়াংশ গবেষণায় উল্লেখ করা হয়েছে। প্রায় অর্ধেক গবেষণায় প্রস্তাবিত LI -এর প্রভাব বিবেচনা করা হয়েছে আবাসস্থলের পরিমাণ বা গুণগত মানের উপর ভিত্তি করে, আবাসস্থলকে নির্দিষ্ট প্রজাতি বা সাধারণভাবে জৈবিক সম্প্রদায়ের জন্য সংজ্ঞায়িত করা হয়েছে। LI-এর বন্যপ্রাণীর জনসংখ্যা-স্তরের প্রতিক্রিয়াগুলির জরিপ (যেমন জনসংখ্যার প্রাচুর্যের পরিবর্তন, মৃত্যুর হার, জেনেটিক বৈচিত্র্য, বা বিলুপ্তির ঝুঁকি) তেমন কমন ছিল না; অর্ধেকেরও কম গবেষণায় এক বা একাধিক বন্যপ্রাণীর প্রতিক্রিয়া বিবেচনায় নেওয়া হয়েছে। ল্যান্ডস্কেপ কম্পোজিশন এবং কাঠামোর উপর প্রস্তাবিত LI-এর প্রভাবগুলি পরিমাপ করা এবং পূর্বাভাস দেওয়া অনেক সময়ে সহজ হলেও জীববৈচিত্র্যের জন্য হুমকি বোঝার জন্য LI উন্নয়নের কারণে ল্যান্ডস্কেপ পরিবর্তনের প্রতি বন্যপ্রাণীদের যে প্রতিক্রিয়া রয়েছে সেটার উপর আরও গবেষণার প্রয়োজন রয়েছে।

লিনিয়ার অবকাঠামোর তথ্য

সূক্ষ্ম স্কেল গবেষণায় ব্যবহৃত প্রস্তাবিত LI- এর স্থানিক তথ্য অনেকগুলি ভিন্ন উৎস থেকে সংগ্রহ করা হয়। সরকারী পরিকল্পনার নথিপত্র ছিল সবচেয়ে সাধারণ উৎস, কিন্তু গবেষক লেখকেরা সরকারী এবং এনজিও ডেটাবেইজ, সংবাদ প্রতিবেদন এবং প্রস্তাবিত LI -এর স্থানিক তথ্য সংকলনের জন্য অনুমোদিত অ্যাপ্লিকেশনের উপরও নির্ভর করেছিলেন। LI তথ্যের বিস্তারিত এবং স্থানিক নির্ভুলতার ক্ষেত্রে বেশ কিছু ভিন্নতা দেখা গেছে; কিছু গবেষণায় সরকারী নথিতে প্রস্তাবিত LI রুটের অপেক্ষাকৃত মোটা-স্কেল মানচিত্র

থেকে ডেটা ডিজিটাইজ করার কথা উল্লেখ করা হয়েছে, যা স্থানিক ত্রুটির সুযোগ করে দিতে পারে এবং সূক্ষ্ম স্কেল বিশ্লেষণের সম্ভাবনাকে সীমিত করতে পারে।

জনসাধারণের সহজলভ্যতা এবং প্রস্তাবিত LI -এর স্থানিক তথ্যের মান সরকারী সংস্থা এবং LI প্রকল্পের অর্থদাতাদের (যেমন, বহুপাক্ষিক উন্নয়ন ব্যাংক) কর্তৃক উন্নত করার প্রচেষ্টার ফলে জীববৈচিত্র্যের উপর LI উন্নয়নের সম্ভাব্য প্রভাবের সহজ, দ্রুত এবং আরও সঠিক গবেষণা করার ক্ষেত্রে সহায়ক হবে। আদর্শগতভাবে, প্রস্তাবিত LI রুটগুলি সহজেই অনলাইন ডেটাবেইজ বা তথ্য জানার অনুরোধের মাধ্যমে পাওয়া গেলে, সর্বাধিক নির্ভুলতার জন্য জিওস্প্যাশাল ডেটা ফরম্যাট (যেমন, জিআইএস শেপ ফাইল) দেওয়া হলে, ডিজাইন ও নির্মাণ কাজ শুরুর পূর্বে প্রয়োজনীয় গবেষণা পরিচালনার ক্ষেত্রে পর্যাপ্ত সময় পাওয়ার জন্য তা পরিকল্পনা পর্যায়ে উপলভ্য হলে, প্রস্তাবিত LI বৈশিষ্ট্য সংক্রান্ত অতিরিক্ত তথ্য (যেমন, সড়ক লেইনের সংখ্যা, সড়ক সারফেইস বা পৃষ্ঠ, বেড়ার উপস্থিতি/অনুপস্থিতি, বিদ্যুৎ লাইনের ভোল্টেজ, রেলপথের ট্র্যাক গেজ) পাওয়া গেলে LI-এর প্রভাব সম্পর্কে আরও সুক্ষ্ম মূল্যায়ন করা সম্ভব হবে।

জৈবিক তথ্য

LI উন্নয়নের সম্ভাব্য প্রভাব মূল্যায়নের জন্য বিভিন্ন ধরনের জৈবিক তথ্য ব্যবহার করা হয়েছে। এখানে উল্লিখিত গবেষণাগুলির মধ্যে অর্ধেকের জন্য সংরক্ষণের জন্য পরিচালিত হয় এমন নির্ধারিত পিএ, ফরেস্ট রিজার্ভ এবং অন্যান্য প্রশাসনিক ইউনিটের মানচিত্র ব্যবহার করা হয়েছে যেখানে প্রস্তাবিত LI জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি করতে পারে। ভূমি এবং গাছপালার বৈশিষ্ট্য সংক্রান্ত রিমোটলি সেন্সড ডেটা অনেক ক্ষেত্রেই ব্যবহার করা হয়েছে যাতে নির্ধারিত পিএগুলির ভিতরে এবং বাইরে সেসব লোকেশন চিহ্নিত করা যায় যেখানে উচ্চ মাত্রার জীববৈচিত্র্যকে রয়েছে এবং LI উন্নয়নের কারণে ঝুঁকিপূর্ণ হতে উঠতে পারে, যেমন অক্ষত বনের প্যাচ, জলাভূমি বা জলাভূমির তীরবর্তী এলাকা। অনেক গবেষণায় অন্যান্য পরিবেশগত এবং নৃতাত্ত্বিক ল্যান্ডস্কেপ ভেরিয়েবলের (যেমন, ভূমি বৈশিষ্ট্য, টপোগ্রাফি এবং মানব উন্নয়ন) স্থানিক তথ্য দ্বারা প্রাণীদের আবাসস্থলের মান বা তাদের চলাচলের ক্ষেত্রে প্রতিবন্ধকতা বোঝার চেষ্টা করা হয়েছে।

বেশ কয়েকটি গবেষণায় LI -এর সম্ভাব্য প্রভাব মূল্যায়নের জন্য বন্যপ্রাণীর উপস্থিতি বা চলাফেরা সংক্রান্ত গবেষণা থেকে প্রাপ্ত তথ্য ব্যবহার করা হয়েছে। গবেষকরা কম্বোডিয়ায় বিদ্যমান মাইগ্রেশন রুট নথিভুক্ত করার জন্য ট্র্যাকিং ডিভাইসের সাথে ট্যাগ করা বেঙ্গল ফ্লোরিক্যানের টেলিমেট্রি ডেটা এবং মালয়েশিয়ান বোর্নিওর জন্য সংযোগের মডেল তৈরি করতে জিপিএস কলারযুক্ত মেঘলা চিতাবাঘের তথ্য ব্যবহার করেছেন। মায়ানমারে মেঘলা চিতাবাঘের বাসস্থানের উপযুক্ততা এবং সংযোগের মডেল তৈরি করতে ক্যামেরা-ট্র্যাপিং থেকে প্রাপ্ত তথ্য ব্যবহার করা হয়েছে। ভারতে বাঘ থেকে সংগৃহীত জেনেটিক নমুনা প্রাণীটির চলাচলের জন্য ল্যান্ডস্কেপ রেজিস্ট্যান্স অনুমান করতে এবং বন্যপ্রাণী করিডোরের মানচিত্র তৈরিতে ব্যবহার করা হয়েছে। ক্যামেরা ট্র্যাপ থেকে পাওয়া ছবি, টেলিমেট্রি লোকেশন এবং জেনেটিক নমুনার মত মাঠ পর্যায়ের তথ্য সংগ্রহের জন্য প্রয়োজনীয় সময় এবং ব্যয় উল্লেখযোগ্য হতে পারে, কিন্তু এই তথ্য সম্ভাব্য LI প্রভাবের বিস্তারিত ও নির্দিষ্ট প্রজাতির উপর এর ব্যাপ্তির বিশ্লেষণ করা সম্ভব করে তোলে যা কাজে আসতে পারে যদি তা করার জন্য রিসোর্স থাকে। নির্মাণ কাজের পূর্বে বন্যপ্রাণীর তথ্য সংগ্রহের জন্য অর্থায়নের বিষয়টি প্রকল্পের পরিকল্পনা পর্যায়ে যত তাড়াতাড়ি সম্ভব শুরু করা হলে LI-এর প্রভাবের উপর আরও জোরালোভাবে বিশ্লেষণ করা যেতে পারে, যেমন এই গবেষণাগুলির ক্ষেত্রে দেখা গেছে।

আমাদের দ্বারা পর্যালোচিত গবেষণাগুলিতে অন্তর্ভুক্ত করা না হলেও, বন্যপ্রাণী মৃত্যুহারের বর্তমান প্যাটার্ন বা ধরন (যেমন সড়কে প্রাণী হত্যা) এবং বিদ্যমান সড়ক ও রেলওয়ে পারাপারের ব্যাপারে বন্যপ্রাণীর আচরণের তথ্য দিয়ে LI আপগ্রেডের (যেমন, সড়ক পাকা করা বা প্রশস্ত করা) প্রভাবের সম্ভাব্য বিশ্লেষণকে আরও সমৃদ্ধ করা যেতে পারে। এই তথ্য বন্যপ্রাণী মৃত্যুর উচ্চ হারের সাথে বর্তমান LI

অংশকে ম্যাপ করতে ব্যবহার করা যেতে পারে যেখানে বন্যপ্রাণীর সাথে সংঘর্ষ প্রতিরোধের জন্য মিটিগেশন ব্যবস্থা প্রকল্পের আপগ্রেড ডিজাইনে অন্তর্ভুক্ত করা উচিত, সেই সাথে বন্যপ্রাণীরা যেসব ক্রসিং বেশি ব্যবহার করে থাকে সেগুলির বর্তমান লোকেশনও অন্তর্ভুক্ত করা উচিত যেখানে LI সম্প্রসারণের সময় আন্ডারপাস এবং ওভারপাসের মত বন্যপ্রাণীদের ক্রসিং কাঠামো স্থাপন করে সংযোগ বজায় রাখা উচিত ।

বিশ্লেষণ পদ্ধতি

প্রায় অর্ধেক গবেষণায় সম্ভাব্য সংঘর্ষের এলাকা চিহ্নিত করার জন্য প্রস্তাবিত LI রুটগুলির সহজ স্থানিক ওভারলে ব্যবহার করা হয়েছে, যেখানে সংরক্ষণের উদ্বেগ আছে এমন এলাকা (যেমন, পিএ, অক্ষত বনের প্যাচ, জীববৈচিত্র্য হটস্পট, গুরুত্বপূর্ণ আবাসস্থল, বন্যপ্রাণী করিডোর) আমলে নেওয়া হয়েছে। এই পদ্ধতিটি প্রয়োগ করতে অনেক বেশি ডেটার প্রয়োজন পড়ে না এবং LI উন্নয়নের কারণে জীববৈচিত্র্যের উপর উল্লেখযোগ্য প্রভাব পড়ার সম্ভাবনা রয়েছে এমন স্থানগুলি হাইলাইট করার জন্য একটি দরকারী প্রথম পদক্ষেপ হিসেবে কাজ করে থাকে।

অন্যান্য গবেষণায় জীববৈচিত্র্যের উপর সুনির্দিষ্ট প্রভাবের পূর্বাভাস দিতে কোয়ান্টিটেটিভ এবং ডেটা-নির্ভর পন্থা ব্যবহার করা হয়েছে। উদাহরণস্বরূপ, বেশ কয়েকটি গবেষণায় ল্যান্ডস্কেপ ফ্র্যাগমেন্টেশন বা কানেক্টিভিটি মেট্রিক্স ব্যবহার করা হয়েছে যাতে ভবিষ্যদ্বাণী করা যায় যে প্রস্তাবিত LI -এর ফলে উদ্ভূত ভূমির পরিবর্তন বা প্রাণীদের জন্য প্রতিবন্ধকতার প্রভাবসমূহ কীভাবে ল্যান্ডস্কেপ জুড়ে বন্যপ্রাণীর চলাচলের ক্ষেত্রকে প্রভাবিত করবে। অন্যান্য গবেষণায় LI এবং পরিবেশগত এবং নৃতাত্ত্বিক ভেরিয়েবলের একটি ফাংশন হিসাবে ল্যান্ডস্কেপ জুড়ে প্রাণীদের চলাচলের নিদর্শনগুলির পূর্বাভাস দেওয়ার জন্য নির্দিষ্ট প্রজাতির সংযোগ মডেল তৈরি করার জন্য প্রাণীদের উপস্থিতি, চলাচল বা জেনেটিক্সের তথ্য ব্যবহার করা হয়েছে। মডেলিং এবং LI- এর পূর্ববর্তী এবং পরবর্তী উন্নয়ন পরিস্থিতিতে প্রাণীদের সংযোগের তুলনা করে, এসব গবেষণায় স্থানিক নিদর্শন এবং LI উন্নয়নের ফলে প্রাণীর চলাচলের স্থানিক ও মাত্রাগত পরিবর্তনের পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছে। প্রস্তাবিত LI- এর ফলে ল্যান্ডস্কেপ কানেক্টিভিটি এবং সরাসরি মৃত্যুহার (যেমন, বন্যপ্রাণী-যানবাহনের সংঘর্ষ) -এর পরিবর্তন জেনেটিক বৈচিত্র্য, জনসংখ্যার প্রাচুর্য এবং বন্যপ্রাণীর জনসংখ্যার বিলুপ্তির ঝুঁকিকে কীভাবে প্রভাবিত করবে তার পূর্বাভাস দিতে জেনেটিক সিমুলেশন ব্যবহার করা হয়েছে।

আমাদের দ্বারা পর্যালোচিত বিস্তারিত গবেষণাগুলিতে একাধিক কোয়ান্টিটেটিভ পদ্ধতি ব্যবহার করে জীববৈচিত্র্যের উপর প্রভাবের বিভিন্ন স্তরের পূর্বাভাস দেওয়া হয়েছে। উদাহরণস্বরূপ, কান্তা ও অন্যান্য,(2019) মালয়েশিয়ান বোর্নিওতে ল্যান্ডস্কেপ কাঠামো এবং সংযোগ, জিনগত বৈচিত্র্য এবং মেঘলা চিতাবাঘের প্রাচুর্যের সম্ভাব্য পরিবর্তন অনুসন্ধান করার জন্য সংযোগের মডেল, জেনেটিক সিমুলেশন এবং ল্যান্ডস্কেপ ফ্র্যাগমেন্টেশন মেট্রিক ব্যবহার করেছে। এরকম বিস্তারিত গবেষণা পরিচালনার জন্য যথেষ্ট তথ্য, দক্ষতা, সময় এবং সম্পদের প্রয়োজন হয়, আর স্থানিক ওভারলেগুলির মতো সহজ পদ্ধতির চেয়ে সম্ভাব্য LI প্রভাবগুলির আরও বিস্তারিত চিত্র এসব গবেষণা থেকে পাওয়া যেতে পারে।

সুপারিশ এবং উপসংহার

আমাদের পর্যালোচনা করা গবেষণায় বেশ কয়েকটি সাধারণ সুপারিশ এবং সিদ্ধান্তের কথা উঠে এসেছে। প্রথমত, গবেষণার লেখকেরা LI উন্নয়নের জন্য দায়িত্বপ্রাপ্ত সংস্থা এবং কোনো দেশের বা ল্যান্ডস্কেপের মধ্যে জীববৈচিত্র্য সংরক্ষণের জন্য দায়িত্বপ্রাপ্ত সংস্থার মধ্যে সমন্বয় বৃদ্ধির উপর গুরুত্বারোপ করেছেন। কিছু ক্ষেত্রে, উন্নয়ন এবং সংরক্ষণ পরিকল্পনাগুলি বিপরীত উদ্দেশ্য নিয়ে কাজ করছে বলে মনে হয়েছে, এবং বিকল্প উন্নয়ন পরিস্থিতিতে জীববৈচিত্র্যের উপর প্রভাবের স্থানিক বিশ্লেষণ এই গ্যাপ পূরণে সাহায্য করতে পারে। দ্বিতীয়ত, LI-এর পরিকল্পনা পর্যায়ে স্থানিক বিশ্লেষণ থেকে প্রাপ্ত জীববৈচিত্র্যের উপর

সম্ভাব্য প্রভাবের প্রাথমিক বিবেচনা আমলে নেওয়া হলে তা যেকোনো ক্ষতি এড়ানো বা কমানোর জন্য গুরুত্বপূর্ণ হয়ে উঠবে। কিছু গবেষণায় উল্লেখ করা হয়েছে যে এই প্রাথমিক বিবেচনা সামগ্রিক প্রকল্পের খরচ কমাতে পারে কারণ প্রাথমিক পরিকল্পনা বা নির্মাণ সম্পন্ন হওয়ার পর জীববৈচিত্র্য রক্ষার জন্য LI পুনরায় ডিজাইন করা বা মিটিগেশন কাঠামো স্থাপন করা আরও ব্যয়বহুল। তৃতীয়ত, অনেক গবেষণায় জোর দেওয়া হয়েছে যে LI উন্নয়নের সেকেন্ডারি প্রভাব নির্মাণের কাজের সীমানার বাইরেও বিস্তৃত হতে পারে, তবে বেশিরভাগ স্থানিক বিশ্লেষণে এই বিষয়টি গুরুত্বের সাথে তুলে ধরা হয়নি। উদাহরণস্বরূপ, নতুন সড়ক নির্মাণের ফলে আশপাশের ল্যান্ডস্কেপে অবৈধ চোরা শিকার বৃদ্ধি পেতে পারে এবং অবৈধভাবে গাছ কাটা হতে পারে যার মাধ্যমে পূর্বের দুর্গম এবং পরিবেশগতভাবে অক্ষত এলাকায় মানুষের প্রবেশ করা সহজ হয়ে যায়। পরিশেষে, যদিও অনেকগুলি স্থানিক বিশ্লেষণ একক ফোকাল প্রজাতির উপর LI উন্নয়নের প্রভাবের উপর দৃষ্টিপাত করে, গবেষণার লেখকেরা প্রায়ই উল্লেখ করেছেন যে তাদের বিশ্লেষণ দ্বারা ভবিষ্যদ্বাণী করা প্রভাবগুলি ফোকাল প্রজাতির মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকবে না; বরং, তারা আশংকা করেছেন যে তাদের স্টাডি এলাকায় অন্যান্য অনেক প্রজাতি LI উন্নয়নের অনুরূপ প্রভাবের সম্মুখীন হবে।

অবদানসমূহ

টাইলার ক্রিচ (CLLC) অনুকরণীয় গবেষণাগুলির পর্যালোচনা পরিচালনা করেছেন। রব অ্যামেন্ট (CLLC/WTI), টনি ক্লিভেঞ্জার (WTI), এবং গ্রেস স্টোনসাইফার (CLLC) পর্যালোচনাসমূহ সম্পাদনা করেছেন।

প্রধান ফলাফল

তিন অংশে করা আমাদের এই স্থানিক বিশ্লেষণ থেকে বেশ কয়েকটি বিষয় উঠে এসেছে। সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ ফলাফলগুলি নিম্নে দেওয়া হল:

1. প্রস্তাবিত LI তথ্যের সীমিত উপলভ্যতা এবং গুণগতমানের অভাব থাকার কারণে স্থানিক বিশ্লেষণের ক্ষেত্রও সীমিত হয়ে আসে। LI প্রকল্পের রুটের স্থানিক তথ্য সাধারণত স্থানিক ডেটাবেইজে সুবিন্যস্তভাবে সংকলিত করা হয়নি, এবং এই তথ্য জানতে গবেষক এবং অন্যান্য আগ্রহী পক্ষদেরকে তাদের সুবিধা অনুযায়ী পরিকল্পনার নথি এবং মিডিয়া রিপোর্ট একত্রিত করে ব্যবহার করতে হয়েছে। এর ফলে অস্পষ্ট রুট লোকেশন,প্রকল্পের পুরনো বিবরণ এবং স্থানিক বিশ্লেষণ থেকে অনিচ্ছাকৃতভাবে কোনো LI প্রকল্প বাদ পড়ে যেতে পারে।

2. LI-এর ফলে জীববৈচিত্র্যের উপর হুমকি চিহ্নিতকরণ এবং সুরক্ষা ব্যবস্থার নকশা ও অগ্রাধিকার উভয় ক্ষেত্রেই মোটা এবং সূক্ষ্ম স্কেলের স্থানিক বিশ্লেষণগুলি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে থাকে। জৈবিক সম্প্রদায়ের ক্ষতি এড়ানো বা কমানোর প্রচেষ্টা নেওয়ার জন্য মোটা-স্কেল গবেষণাগুলি মহাদেশীয় বা আঞ্চলিক স্কেলে অগ্রাধিকারমূলক অঞ্চল নির্বাচনের ক্ষেত্রে সহায়ক হতে পারে। ফাইন-স্কেল গবেষণার মাধ্যমে যেসব প্রাণী ও আবাসস্থল নিয়ে উদ্বেগ রয়েছে সেগুলির উপর নির্দিষ্ট LI প্রকল্পের সম্ভাব্য প্রভাব সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায় যাতে প্রকল্পের পরিকল্পনা, মিটিগেশন বা ক্ষতিপূরণের কৌশল ও এগুলির বাস্তবায়নের জন্য তা কাজে আসতে পারে।

3. সড়ক এবং রেলপথের বিরূপ প্রভাবের তুলনায় জীববৈচিত্র্যের উপর বিদ্যুৎ লাইনের প্রভাব নিয়ে বেশি বিশ্লেষণ করা হয়নি এবং LI উন্নয়ন সংক্রান্ত অল্প কয়েকটি স্থানিক বিশ্লেষণে বিদ্যুৎ লাইনের কথা উল্লেখ করা হয়েছে। তবে, এশিয়া জুড়ে বিদ্যুৎ লাইনের ব্যাপক উন্নয়ন প্রস্তাব করা হয়েছে, এবং এর বেশিরভাগই উচ্চ জীববৈচিত্র্য বা PA এর কাছাকাছি এলাকায় অবস্থিত।

4. প্রস্তাবিত LI এর প্রভাবগুলি অনুমান করার জন্য ভিন্ন ভিন্ন স্থানিক পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়েছে। এসব পদ্ধতির স্থানিক স্কেল (ব্যাপ্তি এবং রেজোলিউশন), বিশ্লেষণাত্মক পদ্ধতি, বিবেচিত জীববৈচিত্র্য উপাদান (যেমন, প্রাণীর জনসংখ্যা, প্রজাতি এবং ইকোসিস্টেম), এবং LI প্রভাবের ধরন (যেমন, বাসস্থানের অবনতি, ল্যান্ডস্কেপ বিভাজন এবং জনসংখ্যার প্রাচুর্য হ্রাস পাওয়া) অনুযায়ী ভিন্ন ভিন্ন হয়ে থাকে। কোন একক সর্বোত্তম পন্থা নেই-বরং পন্থাগুলি নির্দিষ্ট পরিস্থিতির ক্ষেত্রে প্রাসঙ্গিক এবং জীববৈচিত্র্যের তথ্য এবং LI তথ্যের প্রাপ্যতা এবং গুণগত মানের উপর নির্ভরশীল।

5. প্রজাতি-নিরপেক্ষ LI প্রভাবের স্থানিক বিশ্লেষণ বেশ কমন এবং বড় স্থানিক ব্যাপ্তি বিবেচনা করার সময় , বিস্তৃত ইকোলজিক্যাল সম্প্রদায়ের উপর প্রভাব মূল আগ্রহের বিষয় হয়ে উঠার সময় অথবা যখন সংরক্ষণের উদ্বেগের মধ্যে থাকা প্রাণীদের জৈবিক তথ্য পাওয়া যায় না, তখন এই ধরনের বিশ্লেষণ প্রয়োজন হতে পারে। তবে, প্রজাতি-নির্দিষ্ট বিশ্লেষণের মাধ্যমে LI উন্নয়নের জন্য বন্যপ্রাণীর প্রতিক্রিয়া অনুমান করা যায় (যেমন, জনসংখ্যার প্রাচুর্যের পরিবর্তন, ভৌগোলিক বন্টন, বা বিলুপ্তির ঝুঁকি) যা প্রজাতি-নিরপেক্ষ বিশ্লেষণের চেয়ে পরিকল্পনাকারী এবং জনসাধারণের কাছে বেশি গ্রহণযোগ্য হতে পারে।

6. স্থানিক বিশ্লেষণে ক্রমবর্ধমান প্রভাব এবং সেকেন্ডারি প্রভাব সম্পর্কে যথেষ্ট গুরুত্ব দেওয়া হচ্ছে না। ক্রমবর্ধমান প্রভাব হল একটি প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের বাড়ন্ত-incremental প্রভাব যা অতীত, বর্তমান এবং ভবিষ্যতের অন্যান্য উন্নয়নের সাথে যোগ করা হয় (যেমন, কোনো ল্যান্ডস্কেপে

থাকা বিদ্যমান সড়ক)। সেকেন্ডারি প্রভাব হল LI ডেভেলপমেন্টের দ্বারা বেড়ে যাওয়া অন্যান্য হুমকির পরোক্ষ প্রভাব, যেমন নতুন সড়ক দিয়ে প্রবেশ করা যায় এমন প্রত্যন্ত অঞ্চলে অবৈধভাবে গাছ কাটা এবং চোরা শিকারের ঘটনা। তুলনামূলকভাবে অল্প কয়েকটি স্থানিক বিশ্লেষণ ক্রমবর্ধমান এবং সেকেন্ডারি প্রভাব বিবেচনা করেছে, এগুলি পরিমাপ করা কঠিন হলেও জীববৈচিত্র্যের উপর এসব প্রভাব উল্লেখযোগ্য হতে পারে।

7. বিদ্যমান পিয়ার-রিভিউ করা স্থানিক বিশ্লেষণগুলি মূলত দক্ষিণ ও দক্ষিণ-পূর্ব এশিয়ার উপর আলোকপাত করেছে, যা বোধগম্য কারণ এই অঞ্চলগুলিতে LI উন্নয়নের দ্রুত গতি এবং উচ্চ জীববৈচিত্র্যের ভ্যালুর কারণে সবচেয়ে গুরুতর LI প্রভাবগুলি অনুভব করতে পারে। তবে, স্থানিক বিশ্লেষণের এই সংকীর্ণ ভৌগোলিক ফোকাসের কারণে এশিয়ার অন্যান্য অঞ্চলের জীববৈচিত্র্যের উপর সম্ভাব্য LI প্রভাব সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায় না, যেখানে ভিন্ন প্রাণীর প্রজাতি, ভিন্ন আবাসস্থল এবং ভিন্ন পরিবেশগত প্রক্রিয়াগুলি হুমকির সম্মুখীন হতে পারে (যেমন, মধ্য এশিয়ায় ক্ষুরযুক্ত প্রাণীদের ব্যবহৃত দূর-পাল্লার যাত্রার রুট ব্যাহত হওয়া)

8. বিশ্বব্যাপী বা মহাদেশীয় স্কেলে বিদ্যমান বিশ্লেষণগুলি চীনের BRI -এর সাথে যুক্ত LI প্রকল্পের উপর বেশি ফোকাস করেছে। তবে, আমাদের মোটা-স্কেল বিশ্লেষণ থেকে বোঝা যায় যে অন্যান্য আঞ্চলিক অর্থনৈতিক উন্নয়ন উদ্যোগ (যেমন, SASEC, CAREC, ASEAN) দ্বারা অর্থায়িত প্রস্তাবিত LI প্রকল্পগুলি এশিয়াতে প্রস্তাবিত BRI-অর্থায়িত অন্যান্য LI প্রকল্পের মতই ব্যাপক আকারে করা হচ্ছে। এশিয়ার জীববৈচিত্র্যের উপর এই নন-BRI প্রকল্পের প্রভাব যথেষ্ট হবে এবং অনেক দেশে BRI-এর প্রভাবও এর সাথে যুক্ত হবে।

9. LI উন্নয়নের প্রভাব সমগ্র এশিয়া জুড়ে ঘটবে বলে আশা করা হচ্ছে, কিন্তু দক্ষিণ -পূর্ব এবং দক্ষিণ এশিয়ার ক্রান্তীয় এবং উপ -ক্রান্তীয় বন মারাত্মকভাবে প্রভাবিত হতে পারে। হাই-প্রোফাইল ইকোসিস্টেম (যেমন, তেরাই আর্ক, বোর্নিয়ান এবং সুমাত্রান রেইনফরেস্ট) প্রস্তাবিত LI দ্বারা হুমকির সম্মুখীন, একই রকম উচ্চ জীববৈচিত্র্য রয়েছে কিন্তু কম পরিচিত এমন অনেক নিম্ন-প্রোফাইল ইকোসিস্টেমও হুমকির মধ্যে রয়েছে। উদাহরণস্বরূপ, মেকং অববাহিকার অনেক অঞ্চলে ব্যতিক্রমী জীববৈচিত্র্য এবং প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের উচ্চ ঘনত্ব রয়েছে।

সুপারিশসমূহ

প্রস্তাবিত LI উন্নয়নের কারণে জীববৈচিত্র্যের হুমকির স্থানিক বিশ্লেষণ উন্নত করার জন্য আমরা নিম্নলিখিত সুপারিশগুলি প্রদান করছি। এই সুপারিশগুলি বাস্তবায়িত হলে জীববৈচিত্র্য সুরক্ষার জন্য স্থানিক বিশ্লেষণের নির্ভুলতা, ব্যাপকতা এবং কার্যকারিতা বৃদ্ধি পাবে যা LI পরিকল্পনা এবং প্রকল্পগুলির জন্য সহায়ক হবে।

1. *আর্থিক প্রতিষ্ঠান, আঞ্চলিক অবকাঠামোর পার্টনারশিপ এবং সংশ্লিষ্ট সরকাকে প্রস্তাবিত LI প্রকল্পের ভূ-স্থানিক উপাত্ত তৈরি এবং রক্ষণাবেক্ষণের জন্য রিসোর্সেস বরাদ্দ করতে হবে।* এই স্থানিক তথ্যগুলি বর্তমানে দক্ষতার সাথে অ্যাক্সেস করা এবং পাওয়া কঠিন, যা পরিকল্পনার পর্যায়ে স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনার সম্ভাবনাকে সীমিত করে তোলে, এমনটি না হলে পরিকল্পনার পর্যায়ে কার্যকর জীববৈচিত্র্য সুরক্ষাগুলি LI ডিজাইনে অন্তর্ভুক্ত করা নিশ্চিত করা যেত। ডেটাবেইজে জিওস্প্যাশাল ডেটা ফরম্যাটে রুট লোকেশন এবং LI বৈশিষ্ট্যের (যেমন, সড়কের প্রস্থ এবং পৃষ্ঠের ধরন, রেলপথের গেজ এবং বিদ্যুৎ লাইনের ভোল্টেজ) পর্যাপ্ত তথ্য অন্তর্ভুক্ত করা উচিত। প্রকল্পের পরিকল্পনার পরিবর্তন হওয়া সাপেক্ষে ডেটাবেইজগুলি নিয়মিতভাবে আপডেট করা উচিত , তা জনসাধারণের জন্য সহজেই অ্যাক্সেসযোগ্য হওয়া উচিত এবং তাতে বিস্তারিত মেটাডেটা অন্তর্ভুক্ত করা উচিত।

2. *সুরক্ষার নকশা জানার জন্য যত তাড়াতাড়ি সম্ভব স্থানিক বিশ্লেষণ করা উচিত।* যদিও আমরা অনুকরণীয় গবেষণার উদাহরণ পেয়েছি যা স্থানিক বিশ্লেষণ ব্যবহার করে প্রস্তাবিত LI প্রকল্পগুলির প্রভাবের পূর্বাভাস দিয়েছে, LI প্রভাবের প্রায় সকল গবেষণাই অতীতের পরিস্থিতি আলোকে করা হলেও ইতোমধ্যে ঘটে যাওয়া জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি নথিভুক্ত করেছে। LI প্রকল্পের পরিকল্পনা ও নকশার প্রথম দিকে পরিচালিত সম্ভাব্য গবেষণায় উঠে আসা তথ্যের ফলে জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি হতে পারে এমন প্রকল্পগুলি জন্য অ্যাভয়ডেন্স, মিনিমাইজেশন (যেমন, পুনরায় রুট নতুন করে নির্ধারণ করা), মিটিগেশন বা ক্ষতিপূরণ ব্যবস্থা গ্রহণ করার সুযোগ তৈরি হতে পারে।

3. *LI -এর পরিকল্পনাকারী, অর্থদাতা এবং ডেভেলপারদের উচিত শিক্ষাঙ্গনের বায়োলজিক্যাল বিশেষজ্ঞ, এনজিও এবং বন্যপ্রাণী সংস্থার সাথে কাজ করা যাতে জীববৈচিত্র্যের ক্ষতি করতে পারে এমন LI শনাক্ত করা এবং স্থানিক বিশ্লেষণ পরিচালনা করা যায়।* LI ডিজাইন এবং নির্মাণের দক্ষতা সম্পন্ন ব্যক্তি এবং জীববৈচিত্র্যের উপর প্রভাব মূল্যায়নে দক্ষ ব্যক্তিদের মধ্যে প্রায়ই এক ধরনের বিচ্ছিন্নতা কাজ করে, যা কার্যকর সুরক্ষা বাস্তবায়নের ক্ষমতাকে সীমাবদ্ধ করে। LI উন্নয়ন পরিকল্পনার শুরু থেকেই এই দুটি গ্রুপের মধ্যে সহযোগিতা জীববৈচিত্র্যের জন্য আরও ভাল ফলাফল নিয়ে আসার পাশাপাশি সম্ভাব্য সময় এবং অর্থ সাশ্রয়ও করতে পারে।

4. *স্থানিক বিশ্লেষণে বিদ্যুৎ লাইনের দিকে বেশি মনোযোগ দেওয়া উচিত।* এশিয়ায় বিশেষ করে উচ্চ জীববৈচিত্র্যের অঞ্চলে প্রস্তাবিত LI উন্নয়নের মধ্যে উল্লেখযোগ্য সংখ্যক বিদ্যুৎ লাইন থাকায় এর উপর বেশি নজর দেওয়া প্রয়োজন। এই প্রতিবেদনে অন্তর্ভুক্ত নয় এমন অন্যান্য LI মোড, যেমন খাল, বেড়া এবং পাইপলাইনগুলিও জীববৈচিত্র্যের উপর বড় প্রভাব ফেলতে পারে এবং স্থানিক বিশ্লেষণে বিবেচনা করা উচিত।

5. *স্থানিক বিশ্লেষণের ভৌগোলিক এবং শ্রেণীবিন্যাসের পরিধি প্রসারিত করা উচিত।* দক্ষিণ -পূর্ব এশিয়া ছাড়া অন্যান্য অঞ্চল এবং বৃহৎ স্তন্যপায়ী প্রাণী ছাড়া অন্য প্রজাতির উপর দৃষ্টিপাত করে এমন স্থানিক বিশ্লেষণগুলির মাধ্যমে এশিয়ায় সম্ভাব্য LI প্রভাব এবং সেই প্রভাবগুলি মূল্যায়নের সর্বোত্তম উপায় সম্পর্কে আমাদের প্রয়োজনীয় ধারণা দিতে পারে।

6. *LI প্রকল্পের সকল উৎস জীববৈচিত্র্যের উপর প্রভাব মূল্যায়নের জন্য বৃহৎ আকারের স্থানিক বিশ্লেষণে একত্রিত করা উচিত।* এর মধ্যে রয়েছে অন্যান্য আন্তর্জাতিক অর্থনৈতিক উন্নয়ন উদ্যোগ (যেমন, SASEC, CAREC, ASEAN) এবং জাতীয় বা উপ -জাতীয় পর্যায়ে অর্থায়িত প্রকল্পগুলি, যা BRI এর মত এশীয় জীববৈচিত্র্যের উপর বড় প্রভাব ফেলতে পারে।

লিটারেচার উদ্ধৃত করা হয়েছে

ADB. (2017). *Unlocking the Potential of Railways: A Railway Strategy for CAREC, 2017-2030*. Asian Development Bank. https://www.adb.org/documents/railway-strategy-carec-2017-2030

ADB. (2018a). *ADB-Supported Road Development to Help Spur Growth in Mongolia* [News Release]. Asian Development Bank. https://www.adb.org/news/adb-supported-road-development-help-spur-growth-mongolia

ADB. (2018b). *Country Operations Business Plan: Nepal 2019-2021*. Asian Development Bank.

ADB. (2018c). *GMS Transport Sector Strategy 2030: Toward a Seamless, Efficient, Reliable, and Sustainable GMS Transport System*. Asian Development Bank. https://www.adb.org/documents/gms-transport-sector-strategy-2030

ADB. (2020a). *CAREC Transport Strategy 2030*. Asian Development Bank. https://www.adb.org/documents/carec-transport-strategy-2030

ADB. (2020b). *South Asia Subregional Economic Cooperation Operational Plan 2016-2025 Update*. Asian Development Bank. https://www.adb.org/documents/sasec-operational-plan-2016-2025

Alamgir, M., Campbell, M. J., Sloan, S., Suhardiman, A., Supriatna, J., & Laurance, W. F. (2019). High-risk infrastructure projects pose imminent threats to forests in Indonesian Borneo. *Scientific Reports*, *9*(1), 140. https://doi.org/10.1038/s41598-018-36594-8

Altyn Dala Conservation Initiative. (2021). *The Saiga Aerial Census in Kazakhstan: 2021 Results*. Association for the Conservation of Biodiversity of Kazakhstan. http://www.acbk.kz/article/default/view?id=548

Ament, R., Bell, M., & Wittie, M. (2021). *Federal lands wildlife-vehicle collision data coordination project, Phase 3*. [Final Report]. National Center for Rural Road Safety. http://ruralsafetycenter.org/

Aryal, A., Brunton, D., Pandit, R., Shrestha, T. K., Lord, J., Koirala, R. K., Thapa, Y. B., Adhikari, B., Ji, W., & Raubenheimer, D. (2012). Biological Diversity and Management Regimes of the Northern Barandabhar Forest Corridor: An Essential Habitat for Ecological Connectivity in Nepal. *Tropical Conservation Science*, *5*(1), 38–49. https://doi.org/10.1177/194008291200500105

ASEAN. (2019). *Enhancing ASEAN Connectivity: Initial Pipeline of ASEAN Infrastructure Projects*. World Bank Group, Australia Aid, and Association of Southeast Asian Nations. https://asean.org/?static_post=enhancing-asean-connectivity-initial-pipeline-asean-infrastructure-project

Barrientos, R., Ponce, C., Palacín, C., Martín, C. A., Martín, B., & Alonso, J. C. (2012). Wire Marking Results in a Small but Significant Reduction in Avian Mortality at Power Lines: A BACI Designed Study. *PLOS ONE*, *7*(3), e32569. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0032569

Batsaikhan, N., Buuveibaatar, B., Chimed, B., Enkhtuya, O., Galbrakh, D., Ganbaatar, O., Lkhagvasuren, B., Nandintsetseg, D., Berger, J., Calabrese, J. M., Edwards, A. E., Fagan, W. F., Fuller, T. K., Heiner, M., Ito, T. Y., Kaczensky, P., Leimgruber, P., Lushchekina, A., Milner-Gulland, E. J., … Whitten, T. (2014). Conserving the World's Finest Grassland Amidst Ambitious National Development. *Conservation Biology*, *28*(6), 1736–1739. https://doi.org/10.1111/cobi.12297

Bayandonoi, G., Lkhagvajav, P., Alexander, J. S., Durbach, I., Borchers, D., Munkhtsog, B., Munkhtogtokh, O., Chimeddorj, B., Sergelen, E., & Koustubh, S. (2021). *Nationwide Snow Leopard Population Assessment of Mongolia: Key Findings* [Summary Report]. World Wide Fund for Nature.

Bekenov, A. B., Grachev, I. A., & Milner-Gulland, E. J. (1998). The ecology and management of the Saiga antelope in Kazakhstan. *Mammal Review*, *28*(1), 1–52. https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.1998.281024.x

Belote, R. T., Faurby, S., Brennan, A., Carter, N. H., Dietz, M. S., Hahn, B., McShea, W. J., & Gage, J. (2020). Mammal species composition reveals new insights into Earth's remaining wilderness. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *18*(7), 376–383. https://doi.org/10.1002/fee.2192

Benítez-López, A., Alkemade, R., & Verweij, P. A. (2010). The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: A meta-analysis. *Biological Conservation*, *143*(6), 1307–1316. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.009

Beyer, H. L., Venter, O., Grantham, H. S., & Watson, J. E. M. (2020). Substantial losses in ecoregion intactness highlight urgency of globally coordinated action. *Conservation Letters*, *13*(2), e12692. https://doi.org/10.1111/conl.12692

Biasotto, L. D., & Kindel, A. (2018). Power lines and impacts on biodiversity: A systematic review. *Environmental Impact Assessment Review*, *71*, 110–119. https://doi.org/10.1016/j.eiar.2018.04.010

Biswas, S., Bhatt, S., Sarkar, D., Talukdar, G., Pandav, B., & Mondol, S. (2020). *Assessing tiger corridor functionality with landscape genetics and modelling across Terai-Arc Landscape, India* [BioRxiv preprint]. https://doi.org/10.1101/2020.10.24.353789

BLI. (2020). *Digital boundaries of Important Bird and Biodiversity Areas from the World Database of Key Biodiversity Areas. March 2020 version*. BirdLife International. http://datazone.birdlife.org/site/requestgis

BLI. (2021). *Country profile: Thailand*. http://datazone.birdlife.org/country/thailand

BLI. (2021a). *Important Bird Area factsheet: Khao Yai*. BirdLife International. http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/khao-yai-iba-thailand

BLI. (2021b). *Important Bird Areas factsheet: Kaeng Krachan*. BirdLife International. http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/kaeng-krachan-iba-thailand

BLI. (2021c). *Important Bird Areas factsheet: Khao Banthad*. BirdLife International. http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/khao-banthad-iba-thailand

BLI. (2021d). *Important Bird Areas factsheet: Lower Central Basin*. BirdLife International. http://datazone.birdlife.org/site/factsheet/lower-central-basin-iba-thailand

Brauneder, K. M., Montes, C., Blyth, S., Bennun, L., Butchart, S. H. M., Hoffmann, M., Burgess, N. D., Cuttelod, A., Jones, M. I., Kapos, V., Pilgrim, J., Tolley, M. J., Underwood, E. C., Weatherdon, L. V., & Brooks, S. E. (2018). Global screening for Critical Habitat in the terrestrial realm. *PLOS ONE*, *13*(3), e0193102–e0193102. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193102

Brooks, T. M., Mittermeier, R. A., Da Fonseca, G. A. B., Gerlach, J., Hoffmann, M., Lamoreux, J. F., Mittermeier, C. G., Pilgrim, J. D., & Rodrigues, A. S. L. (2006). Global biodiversity conservation priorities. *Science*, *313*(5783), 58–61. https://doi.org/10.1126/science.1127609

Buuveibaatar, B., Strindberg, S., Kaczensky, P., Payne, J., Chimeddorj, B., Naranbaatar, G., Amarsaikhan, S., Dashnyam, B., Munkhzul, T., Purevsuren, T., Hosack, D. A., & Fuller, T. K. (2017). Mongolian Gobi supports the world's largest populations of khulan Equus hemionus and goitered gazelles Gazella subgutturosa. *Oryx*, *51*(4), 639–647. https://doi.org/10.1017/S0030605316000417

Carter, N., Killion, A., Easter, T., Brandt, J., & Ford, A. (2020). Road development in Asia: Assessing the range-wide risks to tigers. *Science Advances*, *6*(18), eaaz9619. https://doi.org/10.1126/sciadv.aaz9619

CASA-1000. (2018). *Map of the CASA-1000 Project*. CASA-1000. http://www.casa-1000.org/

Chakravarty, M. (2021, February 1). India's budget targets infrastructure to boost economy. *Argus Media*. https://www.argusmedia.com/en/news/2182527-indias-budget-targets-infrastructure-to-boost-economy

Chanchani, P., Lamichhane, B. R., Malla, S., Maurya, K., Bista, A., Warrier, R., Nair, S., Almeida, M., Ravi, R., Sharma, R., Dhakal, M., Yadav, S. P., Thapa, M., Jnawali, S., Pradhan, N., Subedi, N., Thapa, G., Yadav, H., Jhala, Y., … Borah, J. (2014). *Tigers of the Transboundary Terai Arc Landscape: Status, distribution and movement in the Terai of India and Nepal*. National Tiger Conservation Authority, Government of India, and Department of National Park and Wildlife Conservation, Government of Nepal.

Chevallier, C., Hernández-Matías, A., Real, J., Vincent-Martin, N., Ravayrol, A., & Besnard, A. (2015). Retrofitting of power lines effectively reduces mortality by electrocution in large birds: An

example with the endangered Bonelli's eagle. *Journal of Applied Ecology*, *52*(6), 1465–1473. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12476

Clevenger, A., de la Cueva, P., Sharma, B., Grilo, C., Webb, T., Lama, H., Sharma, D., & Shrestha, H. (2020). *Smart infrastructure planning and design to protect natural habitats and biodiversity: Interim Report*. Prepared by ESSA Technologies Ltd. for the Asian Development Bank (ADB).

Clevenger, A. P., & Huijser, M. P. (2011). *Wildlife Crossing Structure Handbook: Design and Evaluation in North America* (Final Report FHWA-CFL/TD-11-003). Federal Highway Administration: Planning, Environment, and Realty.

Convention on Biological Diversity. (2021). *Country Profiles: Thailand*. https://www.cbd.int/countries/profile/?country=th

Danyo, S., Dasgupta, S., & Wheeler, D. (2018). *Potential forest lost and biodiversity risks from road improvement in Lao PDR* (Research Working Paper No. 8569). World Bank. ttps://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30321

Das, A., Ahmed, M. F., Lahkar, B., & Sarma, P. (2007). A preliminary report on reptilian mortality on road due to vehicular movements near Kaziranga National Park, Assam, India. *CASE REPORT ZOOS' PRINT JOURNAL*, *22*, 2742–2744. https://doi.org/10.11609/JoTT.ZPJ.1541.2742-4

Diener, A. C., & Batjav, B. (2019). Axial Development in Mongolia: Intended and unintended effects of new roads. *Mobilities*, *14*(6), 778–794. https://doi.org/10.1080/17450101.2019.1643163

Dinerstein, E., Vynne, C., Sala, E., Joshi, A. R., Fernando, S., Lovejoy, T. E., Mayorga, J., Olson, D., Asner, G. P., Baillie, J. E. M., Burgess, N. D., Burkart, K., Noss, R. F., Zhang, Y. P., Baccini, A., Birch, T., Hahn, N., Joppa, L. N., & Wikramanayake, E. (2019). A Global Deal For Nature: Guiding principles, milestones, and targets. *Science Advances*, *5*(4), eaaw2869. https://doi.org/10.1126/sciadv.aaw2869

Dixon, A., Bold, B., Tsolmonjav, P., Galtbalt, B., & Batbayar, N. (2018). Efficacy of a mitigation method to reduce raptor electrocution at an electricity distribution line in Mongolia. *Conservation Evidence*, *15*, 50–53.

Dixon, A., Rahman, M. L., Galtbalt, B., Bold, B., Davaasuren, B., Batbayar, N., & Sugarsaikhan, B. (2019). Mitigation techniques to reduce avian electrocution rates. *Wildlife Society Bulletin*, *43*(3), 476–483. https://doi.org/10.1002/wsb.990

DNPWC. (2016). *Tiger Conservation Action Plan for Nepal (2016-2020)*. Department of National Parks and Wildlife Conservation.

DNPWC, & DoFSC. (2018). *Status of Tigers and Prey in Nepal*. Ministry of Forests and Environment.

Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., Marquéz, J. R. G., Gruber, B., Lafourcade, B., Leitão, P. J., Münkemüller, T., McClean, C., Osborne, P. E., Reineking, B., Schröder, B., Skidmore, A. K., Zurell, D., & Lautenbach, S. (2013). Collinearity: A review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, *36*(1), 27–46. https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07348.x

Energy Policy and Planning Office. (2019). *Thailand Power Development Plan 2018-2037*. Thailand Ministry of Energy.

Farooq, H., Azevedo, J., Belluardo, F., Nanvonamuquitxo, C., Bennett, D., Moat, J., Soares, A., Faurby, S., & Antonelli, A. (2020). WEGE: A new metric for ranking locations for biodiversity conservation. *Diversity and Distributions*, *26*(11), 1456–1466. https://doi.org/10.1111/ddi.13148

Ferrer, M., & Janns, G. (1999). *Birds and power lines*. Quercus.

Foggin, J. M., Lechner, A. M., Emslie-Smith, M., Hughes, A. C., Sternberg, T., & Dossani, R. (2021). Belt and Road Initiative in Central Asia: Anticipating socioecological challenges from large-scale infrastructure in a global biodiversity hotspot. *Conservation Letters*, *n/a*(n/a), e12819. https://doi.org/10.1111/conl.12819

Gagnon, J. W., Schweinsburg, R. E., & Dodd, N. L. (2007). *Effects of Roadway Traffic on Wild Ungulates: A Review of the Literature and Case Study of Elk in Arizona*. https://escholarship.org/uc/item/9ms8f1k6

GMS. (2018). *GMS Regional Power Trade—Illustration*. Greater Mekong Subregion. https://www.greatermekong.org/gms-regional-power-trade-illustration

GMS. (2020). *GMS Railways—Status*. Greater Mekong Subregion. https://www.greatermekong.org/gms-railways-status

Government of Mongolia. (2016). *Mongolia Sustainable Development Vision 2030*. Secretariat of the State Great Hural.

Hillebrand, H. (2004). On the generality of the latitudinal diversity gradient. *American Naturalist*, *163*(2), 192–211. https://doi.org/10.1086/381004

Horne, J. S., Garton, E. O., Krone, S. M., & Lewis, J. S. (2007). Analyzing animal movements using Brownian bridges. *Ecology*. http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1890/06-0957.1/full

Hughes, A. C. (2019). Understanding and minimizing environmental impacts of the Belt and Road Initiative. *Conservation Biology*, *33*(4), 883–894. https://doi.org/10.1111/cobi.13317

Hughes, A. C., Lechner, A. M., Chitov, A., Horstmann, A., Hinsley, A., Tritto, A., Chariton, A., Li, B. V., Ganapin, D., Simonov, E., Morton, K., Toktomushev, K., Foggin, M., Tan-Mullins, M., Orr, M. C., Griffiths, R., Nash, R., Perkin, S., Glémet, R., … Yu, D. W. (2020). Horizon scan of the Belt and Road Initiative. *Trends in Ecology & Evolution*, *35*(7), 583–593. https://doi.org/10.1016/j.tree.2020.02.005

Huijser, M., Clevenger, A., McGowen, P., Ament, R., & Begley, J. (2013). *Oyu Tolgoi Roads and Wildlife Mitigation Report*. Western Transportation Institute.

IBEF. (2021a). *Indian Railways Industry Analysis*. India Brand Equity Foundation Website. https://www.ibef.org/industry/railways-presentation

IBEF. (2021b). *Power Sector in India*. India Brand Equity Foundation Website. https://www.ibef.org/industry/power-sector-india.aspx

IEA. (2019). *Establishing multilateral power trade in ASEAN* (p. 131). International Energy Agency. https://asean.org/storage/2020/02/Establishing_Multilateral_Power_Trade_in_ASEAN.pdf

IRENA. (2017). *Renewable Energy Outlook: Thailand*. International Renewable Energy Agency.

Ito, T. Y., Lhagvasuren, B., Tsunekawa, A., Shinoda, M., Takatsuki, S., Buuveibaatar, B., & Chimeddorj, B. (2013). Fragmentation of the Habitat of Wild Ungulates by Anthropogenic Barriers in Mongolia. *PLOS ONE*, *8*(2), e56995. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0056995

IUCN. (2016). *A Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas, version 1.0*. IUCN.

IUCN. (2018). *Saiga tatarica. The IUCN Red List of Threatened Species 2018*. IUCN SSC Antelope Specialist Group. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T19832A50194357.en

IUCN and UNEP. (2017). *Dong Phayayen-khao Yai Forest Complex*. World Heritage Datasheets. http://world-heritage-datasheets.unep-wcmc.org/datasheet/output/site/dong-phayayen-khao-yai-forest-complex/

Jackson, R., & Wangchuk, R. (2001). Linking Snow Leopard Conservation and People-Wildlife Conflict Resolution: Grassroots Measures to Protect the Endangered Snow Leopard from Herder Retribution. *Endanged Species Update*, *18*(4), 138–141.

Jacobson, S. L., Bliss-Ketchum, L. L., Rivera, C. E. de, & Smith, W. P. (2016). A behavior-based framework for assessing barrier effects to wildlife from vehicle traffic volume. *Ecosphere*, 7(4), e01345. https://doi.org/10.1002/ecs2.1345

Jenkins, A. R., Smallie, J. J., & Diamond, M. (2010). Avian collisions with power lines: A global review of causes and mitigation with a South African perspective. *Bird Conservation International*, *20*(3), 263–278. https://doi.org/10.1017/S0959270910000122

Jenkins, C. N., & Pimm, S. L. (2013). Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *110*(28), E2602–E2610.

Joly, K., Gurarie, E., Sorum, M. S., Kaczensky, P., Cameron, M. D., Jakes, A. F., Borg, B. L., Nandintsetseg, D., Hopcraft, J. G. C., Buuveibaatar, B., Jones, P. F., Mueller, T., Walzer, C., Olson, K. A., Payne, J. C., Yadamsuren, A., & Hebblewhite, M. (2019). Longest terrestrial migrations and movements around the world. *Scientific Reports*, *9*(1), 15333. https://doi.org/10.1038/s41598-019-51884-5

Kaczensky, P., Kuehn, R., Lhagvasuren, B., Pietsch, S., Yang, W., & Walzer, C. (2011). Connectivity of the Asiatic wild ass population in the Mongolian Gobi. *Biological Conservation*, *144*(2), 920–929. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.12.013

Kaczensky, P., Sheehy, D., Johnson, D. E., Walzer, C., Davaa, L., & Sheehy, C. (2006). Room to roam? The threat to khulan (Wild Ass) from human intrusion. *Mongolia Discussion Papers, East Asia and Pacific Environment and Social Development Department.*, 1–69.

Karki, J. (2020). *Biodiversity baseline assessment and mitigation strategy, Narayanghat-Butwal Road Project, Nepal* (p. 110). Report submitted to Nepal Department of Roads, Project Directorate (Asian Development Bank).

Kaszta, Ż., Cushman, S. A., Hearn, A. J., Burnham, D., Macdonald, E. A., Goossens, B., Nathan, S. K. S. S., & Macdonald, D. W. (2019). Integrating Sunda clouded leopard (Neofelis diardi) conservation into development and restoration planning in Sabah (Borneo). *Biological Conservation*, *235*, 63–76. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.04.001

Kaszta, Ż., Cushman, S. A., Htun, S., Naing, H., Burnham, D., & Macdonald, D. W. (2020). Simulating the impact of Belt and Road initiative and other major developments in Myanmar on an ambassador felid, the clouded leopard, Neofelis nebulosa. *Landscape Ecology*, *35*(3), 727–746. https://doi.org/10.1007/s10980-020-00976-z

Kennedy, C. M., Oakleaf, J. R., Theobald, D. M., Baruch-Mordo, S., & Kiesecker, J. (2019). Managing the middle: A shift in conservation priorities based on the global human modification gradient. *Global Change Biology*, *25*(3), 811–826. https://doi.org/10.1111/gcb.14549

Kimbrough, L. (2020). Animal crossing: A wild ass makes history. *Mongabay Environmental News*. https://news.mongabay.com/2020/06/animal-crossing-a-wild-ass-makes-history/

Kranstauber, B., Kays, R., LaPoint, S. D., Wikelski, M., & Safi, K. (2012). A dynamic Brownian bridge movement model to estimate utilization distributions for heterogeneous animal movement. *Journal of Animal Ecology*, *81*(4), 738–746. https://doi.org/10.1111/j.1365-2656.2012.01955.x

Kukkala, A. S., & Moilanen, A. (2013). Core concepts of spatial prioritisation in systematic conservation planning. *Biological Reviews*, *88*(2), 443–464. https://doi.org/10.1111/brv.12008

Lalthanpuia, Dey, S., Sharma, T., Sarma, P., Deka, J., Bora, P., & Borah, J. (2014). Camera-trap record of felid species from Kanchanjuri wildlife corridor, Assam, India. *CatNews*, *60*, 28–30.

Lechner, A. M., Chan, F. K. S., & Campos-Arceiz, A. (2018). Biodiversity conservation should be a core value of China's Belt and Road Initiative. *Nature Ecology & Evolution*, *2*(3), 408–409. https://doi.org/10.1038/s41559-017-0452-8

Leonard, J. (2017). *Analyzing Wildlife Telemetry Data in R*. https://www.ckwri.tamuk.edu/sites/default/files/publication/pdfs/2017/leonard_analyzing_wildlife_telemetry_data_in_r.pdf

Linnell, J. D. C., Trouwborst, A., Boitani, L., Kaczensky, P., Huber, D., Reljic, S., Kusak, J., Majic, A., Skrbinsek, T., Potocnik, H., Hayward, M. W., Milner-Gulland, E. J., Buuveibaatar, B., Olson, K. A., Badamjav, L., Bischof, R., Zuther, S., & Breitenmoser, U. (2016). Border Security Fencing and Wildlife: The End of the Transboundary Paradigm in Eurasia? *PLOS Biology*, *14*(6), e1002483. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002483

Locke, H. (2014). Nature needs half: A necessary and hopeful new agenda for protected areas. *Nature New South Wales*, *58*(3), 7–17.

Mahood, S. P. (2021). *Avian power line mortality in the Northern Tonle Sap Protected Landscape (NTSPL), June 2019 – January 2021*. Wildlife Conservation Society Cambodia Program.

Mahood, S. P., Silva, J. P., Dolman, P. M., & Burnside, R. J. (2018). Proposed power transmission lines in Cambodia constitute a significant new threat to the largest population of the Critically Endangered Bengal florican Houbaropsis bengalensis. *Oryx*, *52*(1), 147–155. https://doi.org/10.1017/S0030605316000739

Mano, S., Ovgor, B., Samadov, Z., Pudlik, M., Julch, V., Sokolov, D., & Yoon, J. (2014). *Gobitec and the Asian Super Grid for Renewable Energies in Northeast Asia* (p. 114). Energy Charter Secretariat,

Energy Economics Institute of the Republic of Korea, Energy Systems Institute of the Russian Federation, Ministry of Energy of Mongolia, and Japan Renewable Energy Foundation.

McInturff, A., Xu, W., Wilkinson, C. E., Dejid, N., & Brashares, J. S. (2020). Fence Ecology: Frameworks for Understanding the Ecological Effects of Fences. *BioScience*, *70*(11), 971–985. https://doi.org/10.1093/biosci/biaa103

Menon, V., Tiwari, S. K., Ramkumar, K., Kyarong, S., Ganguly, U., & Sukumar, R. (2017). *Right of Passage: Elephant Corridors of India [2nd Edition]* (Conservation Reference Series No. 3). Wildlife Trust of India.

Milner-Gulland, E. J., Kholodova, M. V., Bekenov, A., Bukreeva, O. M., Grachev, I. A., Amgalan, L., & Lushchekina, A. A. (2001). Dramatic declines in saiga antelope populations. *Oryx*, *35*(4).

Morgan, P., Plummer, M., & Wignaraja, G. (2015). *Regional Transport Infrastructure: Mapping Projects to Bridge South Asia and Southeast Asia* (ADB Brief No. 43; p. 11). Asian Development Bank and Asian Development Bank Institute. http://www.adb.org/sites/default/files/publication/159083/adbi-connecting-south-asia-southeast-asia.pdf

Myers, N., Mittermeler, R. A., Mittermeler, C. G., Da Fonseca, G. A. B., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, *403*(6772), 853–858. https://doi.org/10.1038/35002501

NEFEJ. (2020). *Impacts of Infrastructures on Environment and Biodiversity in Terai, Nepal*. Nepal Forum for Environmental Journalists.

Newbold, T., Hudson, L. N., Arnell, A. P., Contu, S., De Palma, A., Ferrier, S., Hill, S. L. L., Hoskins, A. J., Lysenko, I., Phillips, H. R. P., Burton, V. J., Chng, C. W. T., Emerson, S., Gao, D., Hale, G. P., Hutton, J., Jung, M., Sanchez-Ortiz, K., Simmons, B. I., … Purvis, A. (2016). Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science*, *353*(6296), 291–288. https://doi.org/10.1126/science.aaf2201

Ng, L. S., Campos-Arceiz, A., Sloan, S., Hughes, A. C., Tiang, D. C. F., Li, B. V., & Lechner, A. M. (2020). The scale of biodiversity impacts of the Belt and Road Initiative in Southeast Asia. *Biological Conservation*, *248*, 108691. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108691

Olson, D. M., & Dinerstein, E. (2002). The global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, *89*(2), 199–224. https://doi.org/10.2307/3298564

Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V. N., Underwood, E. C., D’Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Loucks, C. J., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengel, W. W., Hedao, P., & Kassem, K. R. (2001). Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on Earth. *BioScience*, *51*(11), 933–938. https://doi.org/10.1641/0006-3568

Parashar, U. (2019, September 8). Longest flyover to protect wildlife at Kaziranga planned. *Hindustan Times*. https://www.hindustantimes.com/india-news/longest-flyover-to-protect-wildlife-at-kaziranga-planned/story-QgE7k99jT1zP7LAfjR1exM.html

Pariwakam, M., Joshi, A., Navgire, S., & Vaidyanathan, S. (2018). *A Policy Framework for Connectivity Conservation and Smart Green Linear Infrastructure Development in the Central Indian and Eastern Ghats Tiger Landscape*. Wildlife Conservation Trust.

Popp, J. N., & Boyle, S. P. (2017). Railway ecology: Underrepresented in science? *Basic and Applied Ecology*, *19*, 84–93. https://doi.org/10.1016/j.baae.2016.11.006

Potapov, P., Hansen, M. C., Laestadius, L., Turubanova, S., Yaroshenko, A., Thies, C., Smith, W., Zhuravleva, I., Komarova, A., Minnemeyer, S., & Esipova, E. (2017). The last frontiers of wilderness: Tracking loss of intact forest landscapes from 2000 to 2013. *Science Advances*, *3*(1), e1600821–e1600821. https://doi.org/10.1126/sciadv.1600821

Poudel, S., Devkota, B. P., Lamichhane, B. R., Bhattarai, S., Dahal, P., & Lamichhane, A. (2020). Usage of Man-Made Underpass by Wildlife: A Case Study of Narayanghat-Muglin Road Section. *Forestry: Journal of Institute of Forestry, Nepal*, *17*, 184–195. https://doi.org/10.3126/forestry.v17i0.33635

Pouzols, F. M., Toivonen, T., Di Minin, E., Kukkala, A. S., Kullberg, P., Kuusterä, J., Lehtomäki, J., Tenkanen, H., Verburg, P. H., & Moilanen, A. (2014). Global protected area expansion is compromised by projected land-use and parochialism. *Nature*, *516*(7531), 383–386. https://doi.org/10.1038/nature14032

Reed, T., & Trubetskoy, A. (2019). *Assessing the Value of Market Access from Belt and Road Projects* (Policy Research Working Paper No. 8815; p. 81). World Bank Group. http://documents1.worldbank.org/curated/en/333001554988427234/pdf/Assessing-the-Value-of-Market-Access-from-Belt-and-Road-Projects.pdf

Sanchez-Ortiz, K., Gonzalez, R. E., De Palma, A., Newbold, T., Hill, S. L. L., Tylianakis, J. M., Borger, L., Lysenko, I., & Purvis, A. (2019). Land--use and related pressures have reduced biotic integrity more on islands than on mainlands. *BioRxiv*. https://doi.org/10.1101/576546

Sharma, R., Rimal, B., Stork, N., Baral, H., & Dhakal, M. (2018). Spatial Assessment of the Potential Impact of Infrastructure Development on Biodiversity Conservation in Lowland Nepal. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 7(9), 365. https://doi.org/10.3390/ijgi7090365

Silva, J. P., Palmeirim, J. M., Alcazar, R., Correia, R., Delgado, A., & Moreira, F. (2014). A spatially explicit approach to assess the collision risk between birds and overhead power lines: A case study with the little bustard. *Biological Conservation*, *170*, 256–263. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.12.026

Sloan, S., Alamgir, M., Campbell, M. J., Setyawati, T., & Laurance, W. F. (2019). Development Corridors and Remnant-Forest Conservation in Sumatra, Indonesia. *Tropical Conservation Science*, *12*, 1940082919889509. https://doi.org/10.1177/1940082919889509

Sloan, S., Campbell, M. J., Alamgir, M., Lechner, A. M., Engert, J., & Laurance, W. F. (2019). Trans-national conservation and infrastructure development in the Heart of Borneo. *PLOS ONE*, *14*(9), e0221947. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221947

Snow Leopard Network. (2014). *Snow Leopard Survival Strategy, Revised 2014 Version*. Snow Leopard Network.

Stimson Center. (2021). *Mekong Infrastructure Tracker*. Stimson Center. https://www.stimson.org/project/mekong-infrastructure/

Thapa, K., Wikramanayake, E., Malla, S., Acharya, K. P., Lamichhane, B. R., Subedi, N., Pokharel, C. P., Thapa, G. J., Dhakal, M., Bista, A., Borah, J., Gupta, M., Maurya, K. K., Gurung, G. S., Jnawali, S. R., Pradhan, N. M. B., Bhata, S. R., Koirala, S., Ghose, D., & Vattakaven, J. (2017). Tigers in the Terai: Strong evidence for meta-population dynamics contributing to tiger recovery and conservation in the Terai Arc Landscape. *PLOS ONE*, *12*(6), e0177548. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0177548

Thatte, P., Joshi, A., Vaidyanathan, S., Landguth, E., & Ramakrishnan, U. (2018). Maintaining tiger connectivity and minimizing extinction into the next century: Insights from landscape genetics and spatially-explicit simulations. *Biological Conservation*, *218*, 181–191. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2017.12.022

UNEP/CMS. (2019). *Central Asian Mammals Migration and Linear Infrastructure Atlas* (CMS Technical Series No. 41). Convention on Migratory Species.

UNEP-WCMC, & IUCN. (2021). *Protected Planet: The World Database on Protected Areas*. UNEP-WCM and IUCN. www.protectedplanet.net

UNESCAP. (2019a). *Asian Highway Route Map* [Map]. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. https://www.unescap.org/resources/asian-highway-route-map

UNESCAP. (2019b). *Trans-Asian Railway Network Map* [Map]. United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. https://www.unescap.org/resources/trans-asian-railway-network-map

Wang, O. (2021, February 26). China sets 15-year transport expansion plan as it seeks to double size of economy by 2035. *South China Morning Post*. https://www.scmp.com/economy/china-economy/article/3123151/china-sets-15-year-transport-expansion-plan-it-seeks-double

Wilson, E. (2016). *Half-earth: Our planet's fight for life*. Norton & Company. https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=gft1CQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=half+earth&ots=VdLt8vyn5O&sig=dPm0PoswfT9OQpKZNBQs3Sgt51g

Wingard, J., & Zahler, P. (2006). *Silent Steppe: The Illegal Wildlife Trade Crisis in Mongolia* (Mongolia Discussion Papers, East Asia and Pacific Environment and Social Development Department). World Bank.

Wingard, J., Zahler, P., Victurine, R., Bayasgalan, O., & Buuveibaatar, B. (2014a). *Guidelines for Addressing the Impact of Linear Infrastructure on Large Migratory Mammals in Central Asia*. UNEP/CMS Secretariat, Wildlife Conservation Society.

Wingard, J., Zahler, P., Victurine, R., Bayasgalan, O., & Buuveibaatar, B. (2014b). *Guidelines for Addressing the Impact of Linear Infrastructure on Migratory Large Mammals in Central Asia* [Technical Report]. Convention on the Conservation of Migratory Species of Wild Animals.

Wolf, M., & Ale, S. (2009). Signs at the top: Habitat features influencing snow leopard Uncia uncia activity in Sagarmatha National Park, Nepal. *Journal of Mammalogy*, *90*(3), 604–611.

WWF. (2015). *Snow leopard Species Action Plan 2015-2020*. World Wide Fund for Nature.

WWF. (2018). *Infrastructure assessment in snow leopard habitat of Nepal*. WWF Nepal. https://wwf.panda.org/discover/knowledge_hub/?340154/Infrastructure-Assessment-in-Snow-Leopard-Habitat-of-Nepal

WWF. (2019). *Use and Effectiveness of Wildlife Crossings in Nepal: Results for the Wildlife Underpasses Built along Narayanghat-Mugling Road in Barandabhar Corridor Forest*. WWF Nepal.

Zeller, K. A., Wattles, D. W., & Destefano, S. (2020). Evaluating methods for identifying large mammal road crossing locations: Black bears as a case study. *Landscape Ecology*, *35*(8), 1799–1808. https://doi.org/10.1007/s10980-020-01057-x