پتانسیل سنجی شاخص های طیفی سنجش از دور (داده های سنتینل–2) در بررسی توزیع و مدل سازی پیش بینی زیستگاه های مطلوب پستانداران کوچک جثه

محمدصادق کریمی، مهرنوش فرخی، فاطمه طباطبایی یزدی

1-دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت و حفاظت تنوع زیستی، دانشگاه فردوسی مشهد
2-دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تبریز
3-استادیار گروه علوم و مهندسی محیط زیست، دانشگاه فردوسی مشهد
Karimi.msadegh77@gmail.com

چکیده:

داده های ماهواره ای با کیفیت بالا و دسترسی آسان برای شناخت زیستگاه ها و مناطق مطلوب زیستگاهی برای گونه های جانوری حیات وحش کارآمد می باشند. مدل سازی پیش بینی زیستگاه های مطلوب برای گونه های ارزشمند حیات وحش اعم از پستانداران کوچک جثه راه رسیدن به اهداف موثر مدیریتی و حفاظتی را هموار خواهد کرد. داده های سنتینل-2 و استفاده از الگوریتم جنگل تصادفی (RF) برای بررسی دقیق و شناخت متغیر های محیطی تاثیر گذار برانتخاب زیستگاه توسط گونه ها اطلاعات بسیار ارزشمندی به متخصصان حیات وحش خواهد داد. رویکرد استفاده از داده های سنجش از دور برای مدل های پیش بینی زیستگاه های مطلوب گونه ها از نظر زمان و هزینه مقرون به صرفه خواهد بود. در این مقاله به پتانسیل سنجی داده های سنتینل-2 و تجزیه و تحلیل شاخص های طیفی در بررسی توزیع و مدل سازی پیش بینی زیستگاه های مطلوب پستانداران کوچک جثه پرداخته شده است.

واژگان کلیدی:

سنجش از دور، پستانداران، مطلوبیت زیستگاه، سنتینل-2، مدل سازی توزیع گونه

مقدمه:

رشد جمعیت انسانی و گسترش فعالیت های صنعتی، کشاورزی و ... به دنبال آن زیستگاه های حیات وحش را با مخاطرات مختلفی و بعضا جبران ناپذیر همراه کرده است (سبالوس و همکاران، 2015). تاثیر پذیر گونه های پستاندار بزرگ جثه و کوچک جثه از عوامل تهدید زیستگاه ها مانند تکه تکه شدن، نابودی زیستگاه و اختلال در ساختار و عمکرد اکولوژیکی با یکدیگر متفاوت خواهد بود (نیوبولد و همکاران،2015؛ ریپل و همکاران، 2017). از عمده ترین تهدید های زیستگاه ها در

پهنه های سرزمینی می توان به چرای بی رویه و کاهش مطلوبیت زیستگاهی به دنبال آن اشاره نمود (پیتا و همکاران، 2006؛ پیتا و همکاران،2014). بررسی دقیق پستانداران کوچک جثه ساکن خشکی یکی از مهمترین چالش ها برای محققان ممکن است به نظر رسد. بررسی توزیع فضایی گونه ها می تواند اطلاعات بسیار مفیدی را در اختیار کارشناسان حیات وحش از بعد حفاظتی و مدیریتی قرار دهد (والریو و همکاران، 2020). داده های تصاویر ماهواره ای می تواند امکان بررسی پراکنش پستانداران کوچک را فراهم و برخی سختی های این نوع از بررسی ها را تا حد امکان کاهش و یا رفع کند. پایش توزیع گونه های پستاندار کوچک جثه در فضای جغرافیایی بزرگ دشواری هایی داشته که سنجش از دور به این مطالعات سهولت خواهد بخشید (والریو و همکاران، 2020). بررسی توزیع گونه های پستاندار کوچک جثه در مقیاس های مختلف امکان برنامه ریزیهای حفاظتی و مدیریتی قدرتمند تری به کارشناسان حیات وحش خواهد داد. داده های سنجش از دور جهت بررسی فاکتور های محیطی می تواند در فرآیند مدل سازی توزیع گونه و مطلوبیت سنجی زیستگاه ها موثر واقع شود (والریو و همکاران، 2020). مدل های توزیع گونه ای می تواند خود انطباق سازگاری های گونه ها را با محیط اطراف نشان دهد (فرانکلین،2010؛ والریو و همکاران، 2019). پایش توزیع گونه های پستاندار کوچک جثه در سرزمین با مشکل کاهش قابلیت تشخیص آنها مواجه بوده و جمع آوری دیتا های حضور و جابجایی آنها در فضای مطالعاتی با سختی هایی همراه خواهد بود که تصاویر ماهواره ای می تواند کمک شایانی به اخذ داده ها برساند (والریو و همکاران، 2020؛ هی و همکاران، 2015). از طرف دیگر دقت کم نقشه های اکولوژیکی و رقومی ممکن است اطلاعات قدرتمندی به پژوهشگران ارائه نداده و همچنین تغییرات زیستگاه را به درستی نشان ندهد (لیتائو و سانتوس،2019).

داده های حضور گونه های پستاندار کوچک جثه در سرزمین برای مدل سازی

برای اطلاع از وضعیت حضور گونه در پهنه های زیستگاهی می توان از نمایه هایی نظیر مدفوع، تاثیر جانور بر پوشش گیاهی، لانه ها و .. بهره برد (پیتا و همکاران، 2014). این نمایه ها علاوه بر تشخیص صحرایی آسان می تواند یک روش قابل اعتماد در مطالعه باشد و در گام بعدی با استفاده از GPS می توان حضور و عدم حضور را در بحث توزیع و بعدا در مدل سازی های توزیع گونه ای مشخص نمود (پیتا و همکاران،2006).

نمونه برداری فاکتور های زیستگاهی موثر بر توزیع پستانداران کوچک

نمونه برداری به منظور بررسی پاسخ گونه نسبت به آنها و همچنین مشاهده تغییرات زیستگاه نظیر رطوبت خاک و پوشش گیاهی می تواند در فرآیند ثبت حضور و عدم حضور گونه در پهنه سرزمینی انجام می شود (والریو و همکاران، 2020).

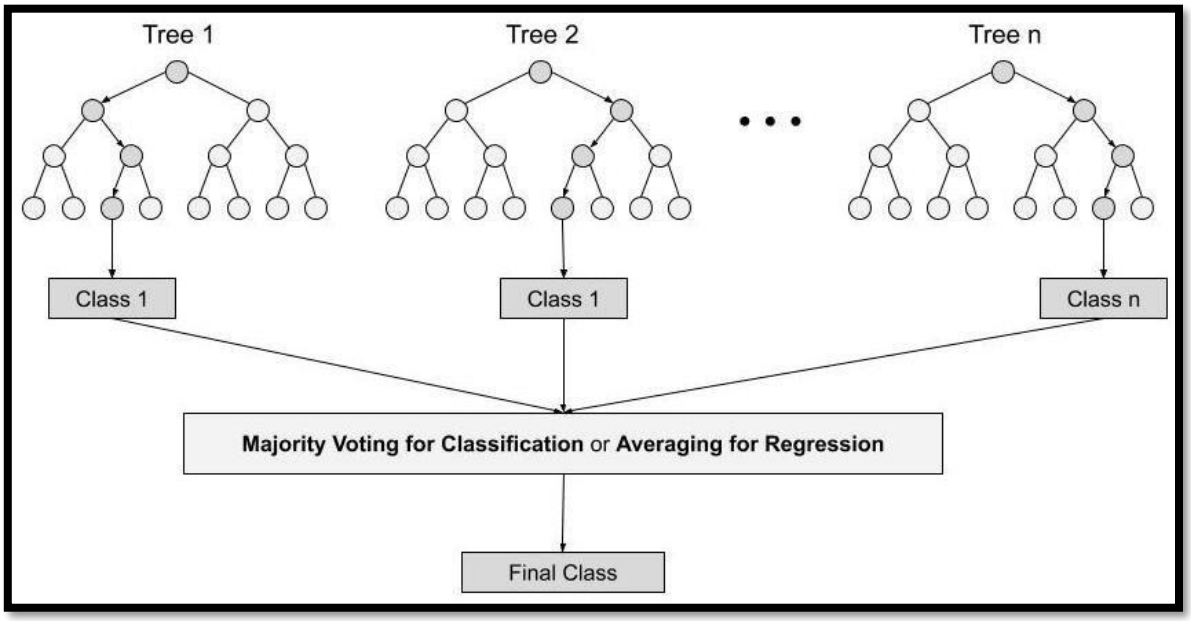
کارآمدی الگوریتم جنگل تصادفی و داده های سنتینل-2 در پیش بینی مطلوبیت زیستگاهی

داده های سنتینل-2 (داده های چند طیفی، شاخص های بافتی و شاخص های طیفی) نسبت به سایر داده ها می تواند اهمیت بیشتری برای نشان دادن پیش بینی کننده های مطلوبیت زیستگاهی اعم از توپوگرافی و فواصل تا عناصر سرزمینی داشته باشد (والریو و همکاران، 2020). عامل توپوگرافی می تواند یک پیش بینی کننده تعیین کننده در بحث مطلوبیت

سنجی زیستگاه برای گونه ها به شمار رود که با داده های سنتینل-2 در مقیاس های فضایی مختلف قابل پایش خواهد بود (والریو و همکاران، 2020؛ کورسا و رودنیکی،2019). فواصل سنجی عناصر کلیدی سیمای سرزمین (جاده ها، مناطق مسکونی، آبراهه ها و ...) می تواند به عنوان یک ابزار در روش شناختی برای پیش بینی مطلوبیت زیستگاهی با استفاده از داده های سنتینل-2 و همچنین الگوریتم جنگل تصادفی به شمار رود. بررسی داده های سنتینل-2 در مطالعات دوره زمانی بهتر است با کمترین درصد ابر انتخاب شود و یا می توان در نرم افزار هایی نظیر SNAP تصحیحات اتمسفری را انجام داد (اسنپ آژانس فضایی اروپا، 2018). افزایش وضوح فضایی و نوار های فضایی طیفی با وضوح قابل قبول در فرآیند بازسازی برای استفاده از داده های سنتینل-2 اهمیت بالایی دارد (برودو، 2017).

Sentilel -2A bands	Central wavelength (µm)	Spatial resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - Near infrared	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - Short-wave infrared - Cirrus	1.375	60
Band 11 - Short-wave infrared	1.610	20
Band 12 - Short-wave infrared	2.190	20

شکل1: باندهای سنتینل-2 به همراه طول موج و وضوح فضایی (متر).



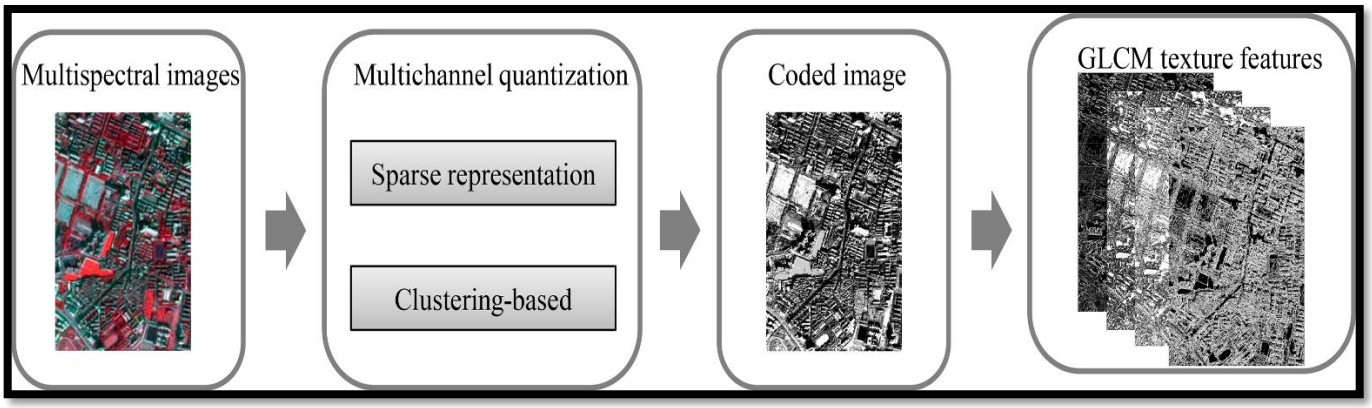
شکل2: الگوریتم جنگل تصادفی یا جنگل های تصمیم های تصادفی.

بررسی شاخص های ویژگی های متغیر زیستگاهی از بعد اکولوژیکی در سنجش از دور

برای بررسی شاخص های زیستگاهی از منظر ویژگی های اکولوژیکی پیش بینی مناطق شاخص های طیفی بیوماس، شاخص های پوشش گیاهی، سطح خاک و شاخص های آب محاسبه خواهند شد (والریو و همکاران،2020). از جمله شاخص ها می توان به NDI45،NDRE1،NDRE2،NDRE3،NDVI،NDII،NDWI،PSRI،SWIR32، BI2،SWIR1،SWIR1،NIR1،NIR2،Rao's Q و Co-occurrence matrix اشاره کرد (هارالیک و همکاران،1963؛ روچینی و همکاران، 2017؛ اسکادافل، 1982؛ گورشمن و همکاران، 2009؛ والریو و همکاران،2020). برای بررسی دسته توپوگرافی از مدل رقومی ارتفاعی استر و برای فواصل سنجی تا جاده ها و آبراهه ها از روش فاصله اقلیدسی استفاده می گردد (برنینگ و همکاران، 2018).

ماتریس GLCM[1] برای توصیف ویژگی های ساختاری

به منظور توصیف ویژگی های ساختاری مانند بررسی فاکتور تنوع پوشش گیاهی ماتریس GLCM و شاخص Rao's Q و همچنین به منظور تجزیه و تحلیل داده های سنتینل-2 PCA محاسبه می گردد (روچینی و همکاران، 2017). این بخش متغیر های طیفی باند و چندین متغیر این ماتریس شامل میانگین، همبستگی، تضاد، عدم تشابه، بی نظمی و همگنی را می تواند شامل شود (زولف و همکاران، 2016؛ والریو و همکاران،2020).



شکل3: مراحل رسیدن به GLCM

مدل سازی زیستگاه و فاکتور های پیش بینی کننده

برای مدل سازی زیستگاه از فاکتور های پیش بینی کننده و همچنین نقاط حضور و عدم حضور استفاده می شود که الگوریتم جنگل تصادفی می تواند در این قسمت نقش ایفا نماید (والریو و همکاران، 2020). پس از مراحل طبقه بندی با استفاده از الگوریتم های ریاضی و آماری تجزیه و تحلیل همبستگی پیرسون مورد بررسی قرار خواهد گرفت که این آنالیز ها در مجموع پیش بینی توزیع فضایی را می توانند انجام دهند (کورسا و همکاران، 2019). در فرآیند مدل سازی اهمیت

[1] Grey-level co-occurrence matrix

نسبی هر متغیر مورد بررسی قرار خواهد گرفت که این تجزیه و تحلیل ها با استفاده از پکیج ggRandomForest آماری نرم افزار برنامه نویسی آماری R می تواند انجام شود. برای اطمینان از عملکرد مدل از شاخصه ROC استفاده خواهد شد.

تجزیه و تحلیل شاخص ها و تصاویر سنتینل-2 جهت پیش بینی زیستگاه های مطلوب پستانداران کوچک جثه

در مطالعه والریو و همکاران (2020) بر اساس شواهد به دست آمده معین شد که داده های سنجش از دور در مقیاس مطلوب می تواند برای پیش بینی زیستگاه های مطلوب برای پستانداران کوچک جثه مفید بوده و می توان داده های زمینی در بازه زمانی مورد مطالعه را هم مورد بررسی قرار داد. تجزیه وتحلیل شاخص های طیفی و بررسی دقیق تصاویر برای فاکتور های محیطی موثر بر مطلوبیت زیستگاهی می تواند اطلاعات مفیدی در اختیار محققان در جهت مدیریت و حفاظت بهتر از پستانداران کوچک جثه قرار دهد (دوبی و همکاران، 2014؛ آندرو و همکاران،2019؛ لیکوین و همکاران، 2007). اطلاعات طیفی شاخص ها می تواند در پایش خواص بیوفیزیکی پوشش گیاهی، آب، دما و بارندگی و رتبه بندی آنها در توزیع فضایی به کار رود (والریو و همکاران، 2020). تجزیه و تحلیل شاخص های طیفی می تواند دوره های خشکی، وضعیت مراتع، لکه های حاشیه ای و تنوع سیمای سرزمین را مورد بررسی قراردهد (روزاریو و همکاران، 2008؛ پیتا و همکاران،2014؛ پیتا و همکاران، 2006؛ روچینی و همکاران، 2017). پس از شناسایی مناطق با مطلوبیت بالا برای گونه ها می توان با رویکرد های منطقی اقدامات حفاظتی صحیح و موثری را انجام داد و در این مسیر تکنیک سنجش از دور ابزاری مقرون به صرفه از حیث زمان و هزینه برای متخصصان حیات وحش به شمار می رود (رندین و همکاران، 2020).

نتیجه گیری:

شناخت تغییرات سیمای سرزمین که اکوسیستم های ارزشمندی را شامل می شود اطلاعات مفیدی را در اختیار متخصصان حیات وحش برای مدیریت، حفاظت و پیش بینی زیستگاه های مطلوب گونه ها قرار می دهد. سنجش از دور به عنوان ابزاری کارآمد و مقرون به صرفه می تواند محققان را در شناخت بهتر خرد زیستگاه های پستانداران کوچک جثه در مقیاس های مطالعاتی مختلف کمک کرده و همچنین در فرآیند مدل های پیش بینی زیستگاه مطلوب نقش مهمی ایفا کند. یکی از کارایی های تجزیه و تحلیل شاخص های طیفی از داده های سنتینل-2 در سنجش از دور پایش تغییرات و تنوع سیمای سرزمین می باشد که آن هم می تواند در تصمیم گیری ها و برنامه ریزی های مدیریتی و حفاظتی گونه های ارزشمند اعم از پستانداران کوچک جثه مورد استفاده قرار گیرد. داده های سنتینل-2 اطلاعاتی را از قبیل خصوصیت های بیوفیزیکی، طیفی و ساختاری سیمای سرزمین را که در مقیاس ها و بازه های زمانی مختلف که در اختیار محقق قرار داده و وقتی آنها با روش یادگیری ماشین و الگوریتم جنگل تصادفی تلفیق می شود، شناسایی ویژگی های زیستگاهی را آسان تر خواهند کرد. در مجموع داده های سنتینل-2 با کیفیت بالا و امکان دستیابی آسان برای مدل سازی توزیع گونه ای پستانداران کوچک جثه موثر و کارآمد واقع خواهد شد.

منابع و مآخذ:

Andreo, V.; Belgiu, M.; Andreo, V.; Belgiu, M.; Hoyos, D.B.; Osei, F.; Provensal, C.; Stein, A. Ecological Informatics Rodents and satellites: Predicting mice abundance and distribution with Sentinel-2 data. Ecol. Inform. 2019, 51, 157–167.

Brodu, N. Super-resolving multiresolution images with band-independent geometry of multispectral pixels. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens. 2017, 55, 4610–4617.

Ceballos, G.; Ehrlich, P.R.; Barnosky, A.D.; García, A.; Pringle, R.M.; Palmer, T.M. Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass extinction. Sci. Adv. 2015, 1, e1400253.

Dube, T.; Mutanga, O.; Adam,E.; Ismail, R.Intra-and-Inter SpeciesBiomass Prediction ina PlantationForest: Testing the Utility of High Spatial Resolution Spaceborne Multispectral RapidEye Sensor and Advanced Machine Learning Algorithms. Sensors 2014, 14, 15348–15370.

Escadafal, R. Remote sensing of arid soil surface color with Landsat thematic mapper. Adv. Space Res. 1989, 9, 159–163.

European Space Agency, 2018. SNAP—Version 6.0.0. Available online: http://step.esa.int/main/ (accessed on 14 March 2019).

Rocchini, D.; Marcantonio, M.; Ricotta, C. Measuring Rao's Q diversity index from remote sensing: An open source solution. Ecol. Indic. 2017, 72, 234–238.

Rosário, I.T.; Cardoso, P.E.; da Luz Mathias, M. Is habitat selection by the Cabrera vole (Microtus cabrerae) related to food preferences? Mamm. Biol. 2008, 73, 423–429.

Pita, R.; Mira, A.; Beja, P. Conserving the Cabrera vole, Microtuscabrerae, in intensively used Mediterranean landscapes. Agric. Ecosyst. Environ. 2006, 115, 1–5.

Pita, R.; Mira, A.; Beja, P. Microtus cabrerae (Rodentia: Cricetidae) Mammalian. Species 2014, 46, 48–70.

Randin,C.F.;Ashcroft,M.B.;Bolliger,J.;CavenderBares,J.;Coops,N.C.;Dullinger,S.;Dirnbö ck,T.;Eckert,S.; Ellis, E.; Fernández, N.; et al. Remote Sensing of Environment Monitoring biodiversity in the Anthropocene using remote sensing in species distribution models. Remote Sens. Environ. 2020, 239, 111626.

Leyequien, E.; Verrelst, J.; Slot, M.; Schaepman-Strub, G.; Heitkonig, I.M.A.; Skidmore, A. Capturing the fugitive: Applying remote sensing to terrestrial animal distribution and diversity. Int. J. Appl. Earth Obs. 2007, 9, 1–20.

Guerschman, J.P.; Hill, M.J.; Renzullo, L.J.; Barrett, D.J.; Marks, A.S.; Botha, E.J. Estimating fractional cover of photosynthetic vegetation, non-photosynthetic vegetation

and bare soil in the Australian tropical savanna region upscaling the EO-1 Hyperion and MODIS sensors. Remote Sens. Environ. 2009, 113, 928–945.

Haralick, R.M.; Shanmugam, K.; Dinstein, I. Textural Features for Image Classification. IEEE Trans. Syst. Man. Cybern. 1973, 6, 610–621.

He, K.S.; Bradley, B.A.; Cord, A.F.; Rocchini, D.; Tuanmu, M.-N.; Schmidtlein, S.; Turner, W.; Wegmann, M.; Pettorelli, N. Will remote sensing shape the next generation of species distribution models? Remote Sens. Ecol. Conserv. 2015, 1, 4–18.

Valerio, F.; Ferreira, E.; Godinho, S.; Pita, R.; Mira, A.; Fernandes, N.; Santos, S.M. Predicting Microhabitat Suitability for an Endangered Small Mammal Using Sentinel-2 Data. *Remote Sens.* 2020, *12*, 562. https://doi.org/10.3390/rs12030562.

Valerio, F.; Carvalho, F.; Barbosa, A.M.; Mira, A.; Santos, S.M. Accounting for Connectivity Uncertainties in Predicting Roadkills: A Comparative Approach between Path Selection Functions and Habitat Suitability Models. Environ. Manag. 2019, 64, 329–343.

Franklin,J.MappingSpeciesDistributions:SpatialInferenceandPrediction(Ecology,BiodiversityandConservation); Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2010.

Leitão, P.J.; Santos, M.J. Improving Models of Species Ecological Niches: A Remote Sensing Overview. Front. Ecol. Evol. 2019, 7, 1–7.

Kursa, M.B.; Rudnicki, W.R. Feature Selection with the Boruta Package. J. Stat. Softw. 2010, 36, 1–13. Available online: http://www.jstatsoft.org/v36/i11/ (accessed on 2 April 2019).

Pita, R.; Mira, A.; Beja, P. Microtus cabrerae (Rodentia: Cricetidae) Mammalian. Species 2014, 46, 48–70.

Ripple, W.J.; Wolf, C.; Newsome, T.M.; Hoffmann, M.; Wirsing, A.J.; McCauley, D.J. Extinction risk is most acute for the world's largest and smallest vertebrates. Proc. Nat. Acad. Sci. USA 2017, 114, 10678–10683.

Zvoleff, A. Glcm: Calculate Textures from Grey-Level Co-Occurrence Matrices (GLCMs) R Package Version 3.5.0. 2016. Available online: https://CRAN.R-project.org/package=glcm (accessed on 12 December 2018).

Newbold, T.; Hudson, L.N.; Hill, S.L.L.; Contu, S.; Lysenko, I.; Senior, R.A.; Börger, L.; Bennett, D.J.; Choimes, A.; Collen, B.; et al. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. Nature 2015, 520, 45–50.