

교실 창문 녹시율 확보를 위한 고등학교 식재 설계 기법 연구[†]

- 중국 린이시 고등학교를 대상으로 -

Planting Design Strategies for Improving Classroom Window Green View Index in High Schools[†]

- Based on a Case from a High School in Linyi, China -

적요예*, 김아연**

*서울시립대학교 조경학과 석사과정, **서울시립대학교 조경학과 교수

Zhai, Yu-rui*, Kim, Ah-Yeon**

*Master's Student, Dept. of Landscape Architecture, The University of Seoul

**Professor, Dept. of Landscape Architecture, The University of Seoul

Received: January 21, 2026

Revised: January 30, 2026 (1st)
February 25, 2026 (2nd)

Accepted: February 25, 2026
3인익명 심사됨

Corresponding author :

Ah-Yeon Kim
Professor, Dept. of Landscape
Architecture, The University of
Seoul, Seoul 02504, Korea
Tel.: +82-2-6490-2845
E-mail: ahyeonkim@uos.ac.kr

국문초록

이 연구는 고등학교 교실 환경에서 창문 녹시율이 학생의 회복감과 시각적 만족도에 미치는 영향을 규명하고, 이를 개선하기 위한 식재 설계 방안을 제시하는 데 목적이 있다. 연구 방법으로 3D 시뮬레이션 이미지 평가를 통해 창문 녹시율의 수준 및 구성 요소의 영향을 정량적으로 분석하고, 중국 린이시 고등학교를 대상으로 포커스 그룹 인터뷰를 실시하여 학생의 인지 및 선호 요인을 심층적으로 탐색하였다. 분석 결과, 창문 녹시율은 단순한 가지 녹지량이 아닌 건축물 차폐, 식생의 공간 구성, 관찰자의 시선 방향과 행동 특성 등에 의해 영향을 받는 다차원적 지표임이 확인되었다. 창문 녹시율이 30~70% 범위일 때 학생들의 회복감과 시각적 만족도가 가장 높게 나타났으며, 식재 높이, 식물과 건축물 간 거리, 녹화 방식이 주요 설계 변수로 도출되었다. 또한 학생들은 자연성이 높고 시각적 층위가 풍부하며 적절한 개방감을 지닌 경관을 선호하였다. 이를 바탕으로 교내 창문 경관의 시나리오에 따른 식재 모델을 제안하였다. 이 연구는 공급자 중심의 관행적 교육시설 설계가 간과해온 학생들의 심리적 회복과 정서적 안정에 기여할 체계적 식재 설계 방법론을 제시하였다는 점에서 학문적·실무적 의의를 가진다.

주제어: 창문 경관, 식재 설계 방법론, 식재 설계 프로세스

ABSTRACT

This study examines the effects of the Window Green View Index (WGVI) in high school classrooms on students' restorative perception and visual satisfaction, and proposes planting design strategies to enhance WGVI. Two methods were employed: 1) a 3D simulation-based visual assessment to analyze WGVI levels and components, and 2) focus group interview (FGI) with students from a high school in Linyi, China, to explore cognitive perceptions and preferences. The results show that WGVI is not merely a measure of visible greenery, but a multidimensional indicator influenced by building obstruction, vegetation composition, viewing direction, and behavior. Restoration and satisfaction were highest when WGVI ranged from 30% to 70%, with planting height, distance from buildings, and greening methods identified as key variables. Students preferred window views with high naturalness, layered composition, and moderate openness, responding positively to seasonal change and color diversity. Based on these findings, four planting models corresponding to classroom scenarios are proposed and applied to site design. This study holds academic and practical contributions by proposing a systematic planting design methodology to facilitate students' psychological recovery and emotional stability, aspects often overlooked by conventional, supplier-oriented educational facility design.

Keywords: Windowscape, Planting Design Methodology, Planting Design Process

[†]이 연구는 적요예의 2026년 석사학위논문 “교실 창문 녹시율 확보를 위한 고등학교 식재 기법 연구”를 수정·보완함.

1. 서론

1.1 연구 배경

도시화가 진행됨에 따라 청소년의 학습과 생활은 점점 더 실내 공간에 집중되고 있다. 고등학생들은 일반적으로 과중한 학업 스트레스, 장시간의 좌식 생활, 그리고 자연과의 단절이라는 문제에 직면하고 있다(질병관리청, 2024). 자연과의 접촉은 학생의 스트레스 완화와 정신 건강 개선에 긍정적인 영향을 미치며(Li et al., 2019), 이로 인해 불안과 긴장과 같은 부정적 정서가 유발되고, 집중력 저하와 심리적 스트레스의 누적 등 다양한 사회적·건강적 문제로 이어질 수 있는 것으로 보고되고 있다(한근혜, 2019). 그러나 학교 환경 개선은 주로 기능성과 쾌적성을 중심으로 한 실내에 집중되고 있으며, 공간 조건과 안전 관리 측면의 제약으로 인해 교실 내부에 직접 자연 식재를 도입하는 데에는 여전히 한계가 존재한다(Budaniy and Dasgupta, 2024). 창문 경관에 관한 연구가 발전함에 따라, 장시간 실내 학습 환경에 머무는 학생들의 경관 복지를 확보하기 위한 수단으로서 창문은 실내 관찰자와 실외 환경을 연결하는 중요한 매개체로 인식되고 있으며, 특히 자연 경관은 창문 시야 내에서 핵심적인 경관 요소로 작용하며, 다수의 연구에서 심리적 스트레스 완화와 불안 감소에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보고되었다(Abd-Alhamid et al., 2023). 또한 학교 환경에서 창문을 통해 인지되는 식물 경관이 학생의 스트레스 완화, 학업 부담 경감, 나아가 학습 수행 향상에도 일정한 긍정적 효과를 갖는 것으로 제시되고 있다(Li et al., 2019). 이와 같은 연구 흐름 속에서, 창문 녹시율은 창문을 통해 인지되는 가시적 녹지량을 정량적으로 평가하는 지표로 활용되고 있다. 대학생을 대상의 한 연구는 창문 녹시율(window green view index, WGVI)이 25-50% 범위에 위치할 때, 스트레스 회복 효과가 가장 크게 나타난다고 지적하였다(Jing et al., 2024). 이런 맥락에서 실내 생활을 오래 하는 학교 환경에서 창문 밖의 자연을 시각적으로 경험하는 '창문 녹시율'이라는 개념은 학생들의 스트레스 완화와 건강 개선에 중요한 현실적 의미를 지닌다.

1.2 연구 목적

이 연구의 목적은 고등학교 교실 창문의 적정 녹시율을 확보하기 위한 외부공간의 식재 기법을 도출하는 것이다. 식재 기법의 세부 사항은 교실 층별 창문 녹시율 단계 설정, 식재 높이, 건축물과 식물 간 거리, 녹화 방식, 수종의 다섯 가지 범주로 구성된다.

2. 설계 프로세스 및 시나리오 구성

2.1 설계 프로세스

2.1.1 설계 요소 도출

본 연구의 핵심 변수는 녹시율(green view index, GVI)과 창문 경관(window scape) 관련 선행 연구에서 제시된 이론적·공간적 구성 요소를 통합적으로 검토한 후, 이를 학교 교실 창문이라는 특수한 맥락에 맞추어 재구성한 결과이다. 특히 기존 연구에서 도출된 식재 요인(Yang et al., 2009; Liang et al., 2020; Zhu et al., 2022), 시야 내 요소 구성 요인(Ko et al., 2023), 건물 요인(Yu et al., 2016), 관찰자 요인(Heschong, 2003; Li and Samuelson, 2020) 등의 변인을 체계적으로 분석하고, 각 변인 간 상호작용 가능성을 검토하였다. 또한 실제 학교 경관에 식물 경관을 적용할 때 발생하는 공간적 제약(김미현, 2004; 인천환경운동연합, 2007; 임종수, 2023)을 함께 고려하여 핵심 변수를 선별·추출하였다.

선행 연구 고찰을 통해 창문 녹시율에 영향을 미치는 핵심 요인은 식재 공간적 특징, 녹화 방식, 관찰 지점의 위치, 그리고 건축적 차폐 정도 등으로 나타났다(Yu et al., 2016; Wang et al., 2018; Bolte et al., 2024; Jing et al., 2024). 이러한 요소들은 시야 내 식생 비율을 직접적으로 결정하며, 나아가 이용자의 심리적 회복성과도 밀접한 관련이 있는 것으로 판단된다(Yu et al., 2016; Jing et al., 2024). 교실 창문의 위치가 고정되어 있고 시야 범위가 제한적이라는 점을 감안하여, 이 연구에서는 시선 이동, 광환경 변화 등 상대적으로 통제 가능성이 낮거나 관련성이 낮은 변수를 제외하였다. 이에 따라 창문 녹시율, 식재 높이, 건축물과 식물 간 거리, 녹화 방식, 차폐 조건, 층위, 창문 형태 등 정량화가 가능한 핵심 요인을 선정하고, 식물, 건축물, 관찰자 요인을 중심으로 설계 분석의 틀을 구축하였다(표 1 참조).

표 1. 교실 창문 녹시를 설계 요소

요소 분류	요소	단위	설명	비고
핵심 지표	창문 녹시율	%	창문에서 보이는 녹색 식생의 면적 비율	30%, 50%, 70%(± 5%)
식재 요소	식재 높이	m	창밖 식물의 높이	수확 계산로 산출 ^a
	식물과 건축물 사이 거리	m	창밖 식물 수간과 건물 사이의 거리	
	녹화 방식	/	지상 녹화, 건축 입면 녹화, 옥상 녹화	-
	수종	/	녹시를 확보에 적합한 수종	-
건축 요소	건축 차폐 여부	/	교실 창문에서 학교 타 건축물 가시 여부	학교 건축 차폐 있음/없음
	층위	/	조사 대상 공간의 위치 표시용	1층-5층 ^b
	창문 형태	/	창문의 차폐 형태	통창, 일반 창문 구분
관찰자 요소	관찰점 눈높이	m	고등학생 앉을 때 눈높이	1.2m로 통일 ^c
	관찰 거리	/	교실 전체 창문을 다 볼 수 있는 거리	5.5m로 고정 ^d

a: 산출 방법은 본문 4.1.2절을 참조

b: 중국 「Code for Fire Protection Design of Buildings(GB 50016)」 중 학교 건물 층수 관련 규정을 근거로 함

c: 고등학생의 안은 눈높이를 기준으로 함

d: 중국 「Code for Design of School(GB 50099-2011)」 중 교실 규모 관련 규정을 근거로 함

2.1.2 설계 요소 중요성 조사 방법

2.1.2.1 창문 녹시율 만족도 평가

고등학생들의 창문 녹시율 만족도를 조사하기 위해 우선 교실과 창밖 식생의 3D 모델을 구축하고, 앉은 자세 눈높이 1.2m를 기준으로 창밖 경관을 렌더링하였다. 이후 서로 다른 녹시율(30%, 50%, 70%)과 녹화 방식(지상 녹화, 입면 녹화)에 따른 이미지를 제작하여 5점 리커트 척도를 사용한 만족도를 조사하였다.

2.1.2.2 학생의 경관 인식 및 심리적 반응 확인을 위한 FGI

연구의 포커스 그룹 인터뷰(focus group interview, FGI)는 고등학교 교실 창문 식재 경관에 대한 학생들의 인식과 인상을 보다 심도 있게 탐색하기 위해 실시되었다. 참여자는 중국 린이시 Linyi No.1 High School Main Campus의 재학생 20명으로, 심리적 부담을 줄이고 자연스러운 의견 개진을 유도하기 위해 3-4명씩 소규모로 나누어 반구조화된 집단 토론으로 진행하였다. 각 그룹은 약 10분간 자유 토론 후 15분간 타 그룹 발표를 청취하며 상호 피드백을 주고받았다. 모든 과정은 연구진이 관찰과 기록하였고, 주요 발언과 공통 인식 패턴을 중심으로 질적 분석을 수행하였다. 또한 인터뷰 후 설문문을 통해 정량 자료를 보완·통합 분석하여, 학생들의 창문 식재 경관 인식 특성과 심리적 반응을 다각도로 이해하고 향후 디자인 개선 방향을 모색하였다.

2.1.2.3 조사 내용 설정

고등학생이 교실 창문을 통해 인지하는 식재 경관은 단순한 미적 선호를 넘어 심리적 회복과 정서 안정과 긴밀하게 연관되며(Kaplan and Kaplan, 1989; Grahn and Stigsdotter, 2010; 서유환 등, 2013; 김희란과 구창덕, 2019), 자연 노출의 긍정적 효과는 Ulrich의 SRT(stress reduction theory)와 Kaplan의 ART(attention restoration theory)에서 이론적 근거를 찾아볼 수 있다. 이러한 회복 이론을 확장한 Grahn and Stigsdotter(2010)의 PSD 이론은 자연환경의 치유적 특성을 고요성, 은신성, 자연성, 개방성, 전망성, 종다양성, 피난성, 문화성의 여덟 차원으로 구조화하며, 환경 지각이 다각각적 경험을 통해 이루어진다는 점을 강조한다. 그러나 교실 창문은 시점과 시야가 고정되고, 학교 식재는 조성 방식과 관리 기준이 일정하다는 점에서 PSD 여덟 차원을 그대로 적용하기에는 한계가 있다. 더불어 학교 경관 연구에서는 자연성, 기능성, 접근성, 다양성·안전성이 핵심 요구 요소로 제시되지만(교육부, 2009; 박경민과 이태경, 2025), 창문 경관 연구에서는 접근성이나 시야 명확성 등 시지각적 조건에 대한 논의가 상대적으로 미흡한 것으로 나타났다(Meng and Wang, 2025). 이에 이 연구는 PSD 구조와 학교 식재 환경의 요구 요소를 통합적으로 검토하여, 교실에서 창문을 통해 실제로 지각될 수 있는 시각적·정서적 반응을 중심으로 자연성, 공간성, 다양성, 안전성의 네 가지 감성 차원을 조사 내용의 핵심 분석 틀로 재구성하였다(표 2 참조).

표 2. 교실 창문 녹시율 조사 인지 감각 특징

감각	주요 특징
자연성	자연스럽고 손대지 않은 식생이 자유롭게 자라며, 원시적이고 생태적인 분위기를 형성
공간성	시야가 탁 트이고 자유롭게 활동할 수 있는 개방적 공간이 조성되어 전경과 주변 환경을 넓게 조망
다양성	다양한 형태와 색채, 질감, 향기를 지닌 식물이 어우러져 풍부하고 문화적 깊이가 있는 경관을 조성
안전성	조용하고 차폐된 공간에서 심리적 안정감을 느끼며, 타인의 활동을 적절히 인지할 수 있는 안전한 환경 제공

2.2 설계 시나리오 구성 및 시뮬레이션 프로세스

본 연구는 고등학교 교실 창문을 통한 녹시 시야의 물리적 조건과 시각적 경험 간의 관계를 규명하고, 창문 녹시율 향상을 위한 식재 설계 전략을 도출하기 위해 시나리오 기반 시뮬레이션과 학생 참여형 평가를 결합한 연구 설계를 적용하였다. 연구 과정은 이론 고찰, 시나리오 구성, 시뮬레이션 분석, 학생 평가 및 설계 전략 도출의 단계로 구성된다.

먼저 이론 고찰 단계에서는 선행 연구를 통해 창문 녹시율에 영향을 미치는 주요 요인을 식재 요소, 건축 요소, 관찰자 요소의 세 범주로 정리하고, 이를 정량적 변수 체계로 구조화하였다. 주요 변수로는 건축 차폐 여부, 녹시율 수준, 층수, 녹화 방식, 관찰 거리 및 시야 조건 등이 도출되었으며, 이러한 변수 조합을 기반으로 교실 창문 경관의 대표 시나리오를 설정하였다.

시나리오 구성 단계에서는 교실 경관 형성에 영향을 미치는 주요 변수를 조합하여 실제 학교 환경에서 나타날 수 있는 창문 조망 조건을 재현하였다. 특히 건축 차폐 여부(차폐, 개방), 녹시율 수준(30%, 50%, 70% ± 5%), 층수별 가지 조건, 녹화 방식(지상 녹화, 건축 녹화), 창문 형태 및 관찰 거리 등을 주요 시나리오 변수로 설정하였다. 이러한 시나리오 설정은 기존 연구에서 확인된 녹시율 주요 효과 구간(30%, 50%, 70%)을 기준으로 구성하였다. 다만 실제 학교 공간에서는 층수에 따라 식생 가지 조건이 달라질 수 있으므로, 현장 조사 결과를 반영하여 층별 실현 가능 녹시율 범위를 추가적으로 검토하였다. 그 결과 2층에서는 교목 수관과의 근접성으로 인해 약 70% 수준까지 녹시율 확보가 가능하였으나, 상층부로 갈수록 식생 가지 비율이 감소하여 30-50% 범위가 주요 실현 구간으로 나타났다. 이에 따라 2층을 제외한 상층부 교실의 녹시율 목표 범위는 30-50%로 설정하고 ± 5%의 변동을 허용하여 현실적인 시나리오 조건을 구성하였다. 중복되는 조건을 정리한 후 최종적으로 20장의 시뮬레이션 이미지를 선정하였다.

시뮬레이션 단계에서는 SketchUp 프로그램을 활용하여 교실 공간과 외부 식생 환경을 포함한 3D 모델을 구축하였다. 교실 규모와 창문 치수는 중국 「Code for Design of School(GB 50099-2011)」의 기준을 참고하여 설정하였다. 또한 인간의 유효 중심 시야 범위(약 60°)를 적용하여 관찰 범위를 설정하고, 창문 중앙 영역의 녹시율을 대표값으로 정의하였다. 이러한 시야 조건은 인체공학적 자연 시야 범위에 관한 연구(Panero and Zelnik, 1979)를 근거로 설정하였다. 관찰 조건은 일반적인 관찰자가 고개를 회전하지 않은 상태를 가정하고, 학생 좌식 시선 높이 1.2m를 기준으로 외부 경관을 렌더링하였다. 관찰 위치는 표 1의 기준을 적용하였다.

생성된 시뮬레이션 이미지는 Adobe Photoshop을 활용한 픽셀 분석을 통해 녹색 픽셀 비율을 산정하여 창문 녹시율을 계산하였다. 또한 분석 결과의 신뢰성을 확보하기 위해 격자 분할법을 적용하여 교차 검증을 실시하였다.

학생 평가 단계에서는 3D 시뮬레이션 이미지를 활용한 시각 만족도 평가와 포커스 그룹 인터뷰를 병행하여 학생들의 시각적 인식과 정서적 반응을 수집하였다. 시뮬레이션 이미지 평가는 각 시나리오에 대한 시각적 만족도를 정량적으로 파악하기 위한 방법이며, 포커스 그룹 인터뷰는 학생들의 경관 인식과 선호 요인을 심층적으로 이해하기 위한 질적 자료를 제공한다.

마지막으로 설계 도출 단계에서는 시뮬레이션 분석 결과와 학생 인식 조사 결과를 종합하여 교실 창문 녹시율 향상을 위한 식재 설계 전략과 적용 프로세스를 도출하였다. 이러한 연구 절차는 정량적 시각 분석과 사용자 경험 기반 평가를 결합한 참여형 설계 연구 모델로, 향후 학교 환경에서 창문 경관의 시각적·심리적 질을 개선하기 위한 실천적 설계 지침의 기초 자료로 활용될 수 있다(그림 1, 2 참조).

3. 조사 결과 및 분석

3.1 시뮬레이션에 따른 창문 녹시율 만족도 평가 결과

3.1.1 조사 결과 통계 분석

이 항의 시나리오별 서술은 표 2에서 제시한 인지 감각 차원(자연성, 다양성, 공간성, 안전성)에 기반하여 창문

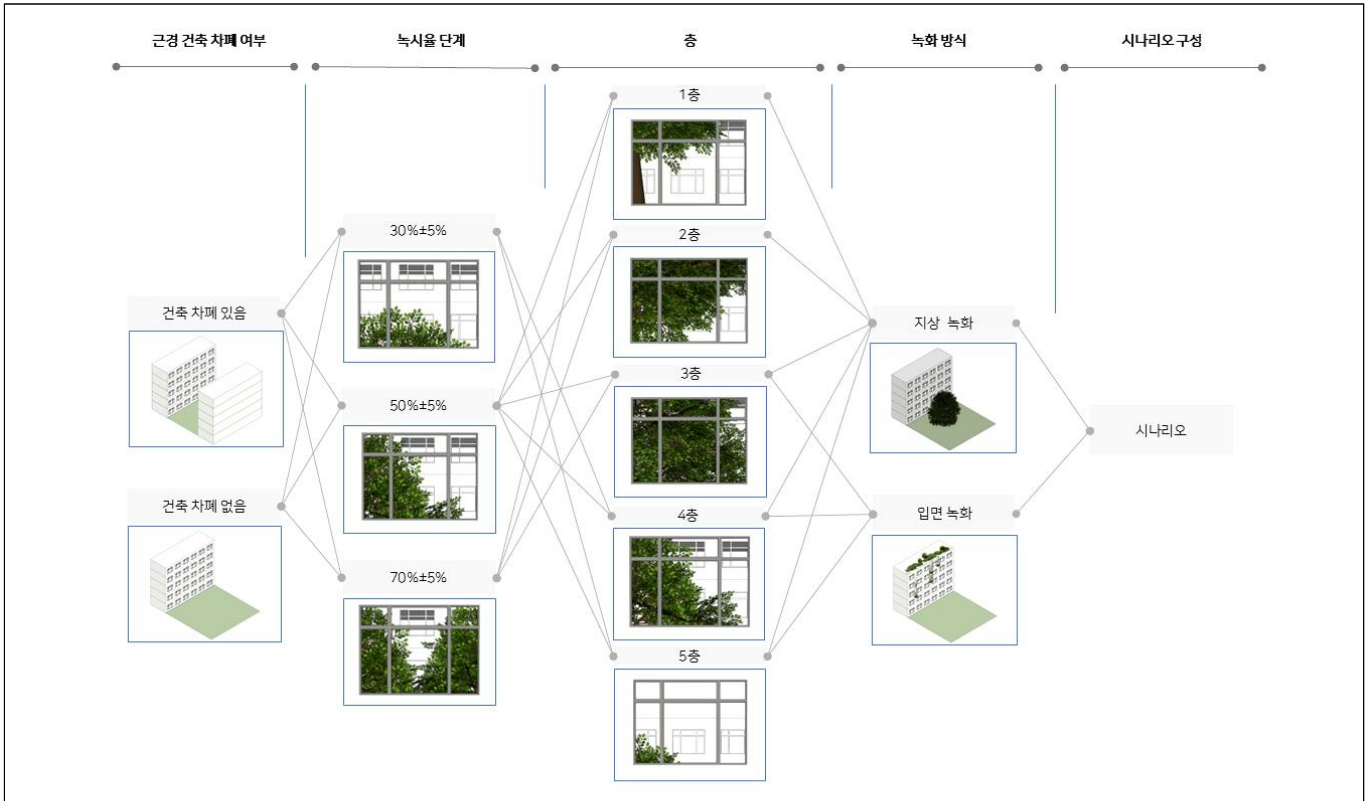


그림 1. 시뮬레이션 시나리오 구성

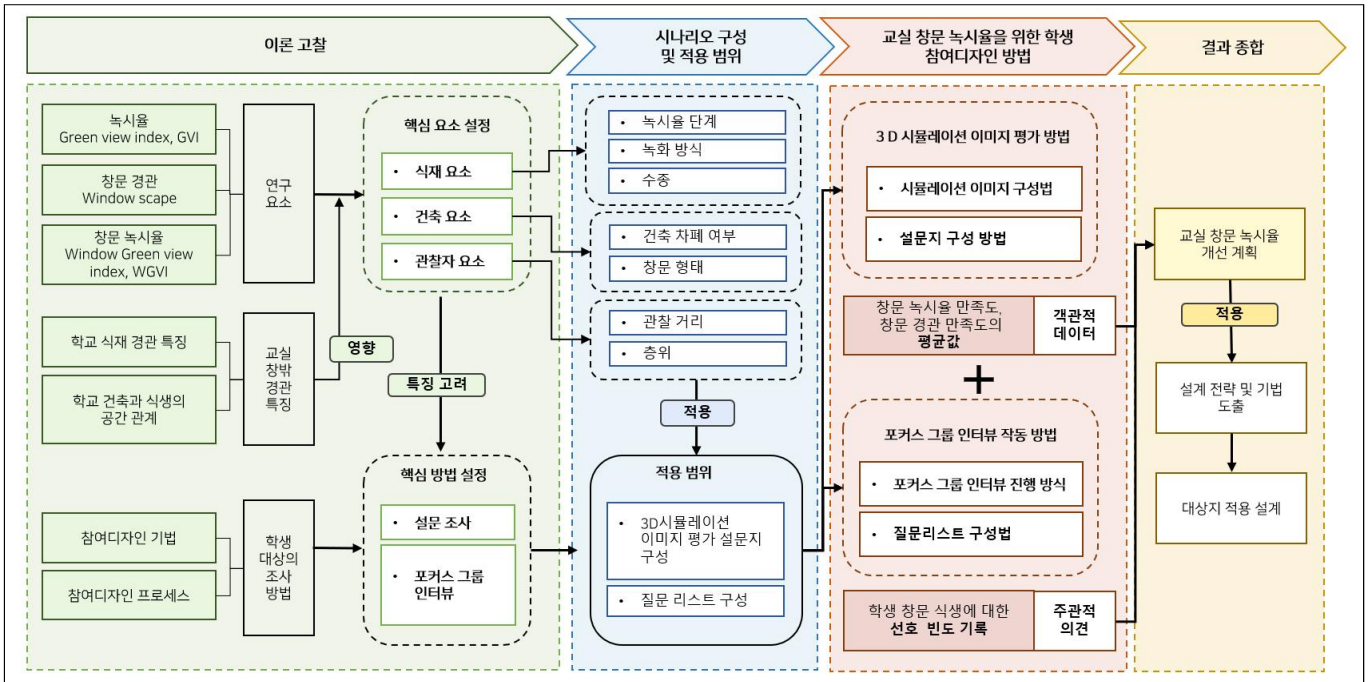


그림 2. 설계 방법론 및 설계 프로세스

경관의 특성과 학생 반응을 해석한 결과이다. 네 가지 시나리오는 선행 연구에서 제시된 창문 녹시율의 유효 구간 (30%, 50%, 70%)을 전제로 설정된 가상의 공간 구성안으로, 동일한 녹시율을 엄격히 통제한 실험 조건이 아니라 서로 다른 식재 구성에 의해 형성된 입면 구조를 반영한다. 따라서 같은 층에서도 녹시율 값의 차이가 존재하나, 이는 각 공간 구성의 구조적 특성에 따른 결과로 이해된다. 본 연구의 초점은 시나리오 간 우열 비교가 아니라, 유

효 구간 내에서 공간 구성에 따른 층별 반응 구조 차이를 확인하는 데 있다.

SPSS 27을 활용한 반복측정 이원분산분석 결과(총 20부 회수, 분석에는 18부의 유효 응답을 사용), 시나리오의 주 효과는 유의하지 않았으며($F(3,51) = 1.428, p = .245$), 층수의 주 효과($F(4,68) = 5.855, p < .001$)와 시나리오 × 층수 상호작용 효과($F(12,204) = 6.572, p < .001$)는 유의하게 나타났다. 이는 합리적인 녹시율 범위 내에서도 수직적 공간 구조에 따라 만족도 반응이 통계적으로 구분되는 패턴을 형성함을 보여준다.

본 연구의 만족도 평가는 조건별 단일 반응값으로 수집되었으며, 이에 따라 신뢰도 분석 대신 반복측정 설계를 통해 조건 간 평균 차이와 상호작용 구조를 검증하였다. 본 분석은 녹시율 효과를 재검증하기 위한 것이 아니라, 설정된 유효 구간 내에서 공간 구성 방식에 따른 층별 반응 구조의 존재를 확인하기 위한 것이다.

결과적으로 네 가지 식재 구성은 전체 평균 수준에서는 유사하였으나, 수직적 구조에 따른 만족도 변화 양상에서는 서로 다른 패턴을 보였다. 이는 각 시나리오가 고유한 입면 녹화 특성을 가지며, 층별 반응 구조 차이를 형성함을 시사한다. 이러한 통계적 검증은 네 가지 독립적 식재 구성 모델의 타당성을 보완하는 근거로 활용된다(표 3, 4, 그림 3 참조).

3.1.2 시나리오별 분석 결과

3.1.2.1 시나리오 A: 건축 차폐 있는 지상 녹화

시나리오 A는 교실 창문 밖에 인접한 교사동 건물이 존재하고, 건축 사이 녹지에 교목이 식재된 상황을 의미한다. 분석 결과, 1층과 5층의 창문 녹시율 만족도가 상대적으로 높게 나타났다. 1층은 높은 녹시율로 인해 시각적

표 3. 시나리오와 층별 만족도의 기술 통계

시나리오 ^a	평균(표준편차)				
	1층	2층	3층	4층	5층
A	3.11(.76)-	2.89(.68)	3.00(.69)	2.67(.77)	3.17(1.04)
B	3.17(.62)	2.06(.99)	2.50(.79)	2.44(.92)	3.78(.65)
C	3.11(.76)	3.00(1.03)	2.11(.90)	2.94(1.11)	3.17(1.04)
D	3.67(.59)	3.22(.65)	3.22(.88)	2.67(.69)	2.50(1.04)

a: 시나리오 A, B, C, D는 건축 차폐 있는 지상 녹화, 건축 차폐 있는 입면 녹화, 건축 차폐 없는 지상 녹화, 건축 차폐 없는 먼 거리 지상 녹화

표 4. 이원 반복측정 분산분석 결과

개체내 효과 검증					
요인 ^a		자유도	F 값	유의확률	부분 에타제곱
시나리오	Sphericity assumed	3	1.428	0.245	0.077
	Greenhouse-geisser	2.276	1.428	0.252	0.077
	Huynh-feldt	2.647	1.428	0.249	0.077
	Lower-bound	1.000	1.428	0.249	0.077
층	Sphericity assumed	4	5.855	< 0.001	0.256
	Greenhouse-geisser	2.814	5.855	0.002	0.256
	Huynh-feldt	3.430	5.855	< 0.001	0.256
	Lower-bound	1.000	5.855	0.027	0.256
시나리오 × 층	Sphericity assumed	12	6.572	< .001	0.279
	Greenhouse-geisser	6.858	6.572	< 0.001	0.279
	Huynh-feldt	11.974	6.572	< 0.001	0.279
	Lower-bound	1.000	6.572	0.020	0.279

a: Sphericity assumed, Greenhouse-geisser, Huynh-feldt 및 Lower-bound는 반복측정 분산분석에서 사용되는 구형성 보정 방식이다.

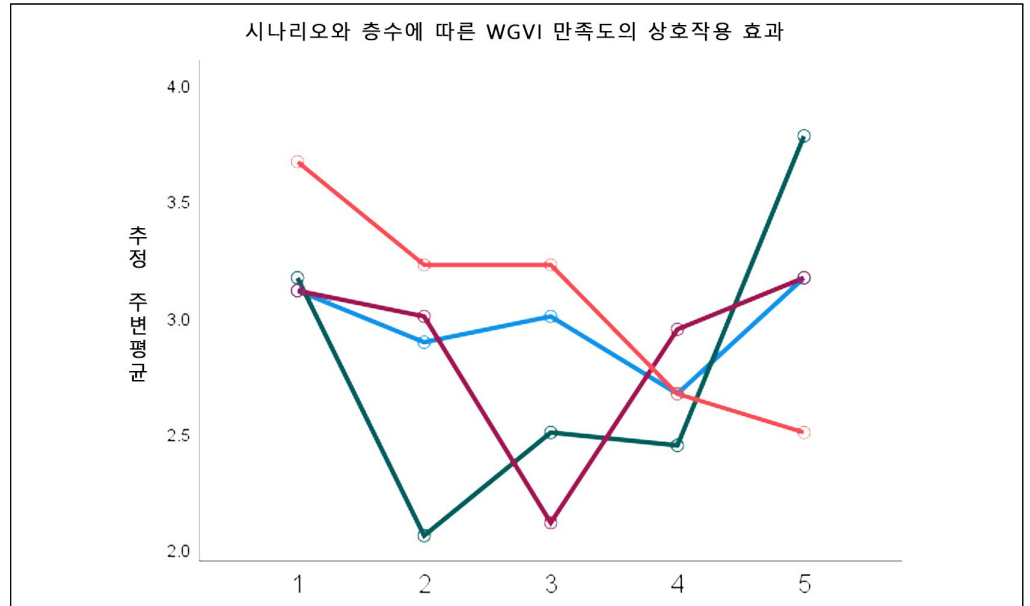


그림 3. 시나리오와 층 간 상호작용
 범례: 시나리오 1 (blue), 2 (green), 3 (purple), 4 (red)

밀도에 대한 긍정적 반응을 보였으며, 5층은 녹시율이 낮음에도 하늘을 함께 볼 수 있어 전체 경관 만족도가 높았다. 이는 녹시를 자체보다 하늘 요소와 시야 깊이가 심리적 안정감과 개방감에 더 큰 영향을 미친다는 선행 연구 (Lee et al., 2022; Lin et al., 2022)와 일치한다. 반면 2-4층은 식재 구성의 단조로움과 시각적 다양성 부족으로 만족도가 낮았으며(2.89점), 특히 4층은 녹시율이 약 50%임에도 시각적 생동감 부족으로 낮은 평가를 받았다. 일부 학생들은 차폐된 환경이 집중과 안전감에 도움이 된다고 응답했으며, 과도하게 개방된 경관은 불안감을 유발할 수 있다고 인식하였다. 이는 학교 식재 설계에서 단순한 녹시율 수치보다 경관 구성의 질적 다양성과 심리적 안정성을 고려한 창문 형태와 식재 배치의 조합이 중요함을 시사한다(그림 4, 5 참조).

시나리오 구분	시뮬레이션 이미지				
시나리오 1					
	1F: 65%	2F: 70%	3F: 50%	4F: 45%	5F: 25%
시나리오 2					
	1F: 50%	2F: 50%	3F: 50%	4F: 35%	5F: 50%
시나리오 3					
	1F: 65%	2F: 70%	3F: 50%	4F: 45%	5F: 25%
시나리오 4					
	1F: 65%	2F: 70%	3F: 50%	4F: 45%	5F: 25%

그림 4. 시나리오별 시뮬레이션 이미지

시나리오 구분	평가 점수	평가 과정에서 학생 인지 감각 기록	
		구분	내용
시나리오 1		창문 형태	통창에 대한 반응이 생각보다 낮다. 창문 형태에는 큰 반응 차이가 없음 학교 환경과 유사해서 재미없다는 응답이 많음
		다양성	이 이미지의 식재는 특징이 없음
		공간성	학생들은 하늘이 보이는 개방성이 좋은 시야를 긍정적으로 반응을 줌
		녹화 방식	교목과 입면 녹화 결합하는 방식이 선호됨
시나리오 2		다양성	하늘, 식재, 교실 등 다양한 요소를 결합한 장면이 흥미가 많고 선호됨 입면의 인공성이 강해서 자연스럽지 않은 느낌이 강함
		자연성	창밖 가까운 곳에서 손이 닿는 정도로 접근할 수 있는 식재가 있으면 좋겠음
		다양성	식재가 단일하고 시각적인 흥미가 없음 높은 층위에서 도시경관, 하늘, 나무를 다양한 경관을 보면 재미있음
시나리오 3		공간성	하늘을 보이기 좋고 적당하게 도시 경관을 가리면 좋겠음
		안전성	도시경관을 많이 노출되면 시끄러운 것 같아서 조용한 분위기가 좋음
		다양성	하늘, 식재, 교실 등 다양한 요소를 결합한 장면이 흥미가 많고 선호됨 입면의 인공성이 강해서 자연스럽지 않은 느낌이 강함
시나리오 4		자연성	창밖 가까운 곳에서 손이 닿는 정도로 접근할 수 있는 식재가 있으면 좋음
		안전성	도시를 많이 보면 시끄러운 것 같아서 조용한 분위기가 좋음
		다양성	하늘, 식재, 교실 등 다양한 요소를 결합한 장면이 흥미가 많고 선호됨 입면의 인공성이 강해서 자연스럽지 않은 느낌이 강함

그림 5. 시나리오별 이미지 평가 결과 종합

3.1.2.2 시나리오 B: 건축 차폐 있는 입면 녹화

시나리오 B는 학교 건축물 사이 간격이 좁아 교목 식재가 어려운 상황에서, 입면 녹화와 옥상 녹화를 결합하여 3-5층의 녹시율을 보완하는 방안을 제시하였다. 평가 결과, 1층과 5층의 창문 경관 만족도는 각각 3.17점과 3.78점으로 비교적 높게 나타났다. 또한 3층은 입면 녹화와 지상 식재를 동시에 조망할 수 있는 다층적 구성으로 인해 2층과 4층에 비해 녹시율 만족도가 다소 높게 나타났다. 5층의 경우 옥상 녹화와 하늘, 도시 스카이라인이 창문 경관에 포함되면서 시각적 입체감이 강화되었다. 학생들은 일상적으로 접하는 담쟁이 벽면 녹화보다, 다양하게 연출된 입체적 입면 녹화 형식을 더 선호하였으며, 기하학적 구성보다는 자연적이고 비대칭적인 식재 구성에 대해 더 높은 선호를 보였다. 시나리오 B는 교목으로 고층부 창문 녹시율을 확보하기 어려운 조건에서의 현실적 대안으로서, 고밀도 학교 환경 적용 가능한 건축적 녹화 전략이라는 의미가 있다(그림 4, 5 참조).

3.1.2.3 시나리오 C: 건축 차폐 없는 지상 녹화

시나리오 C은 창문 밖에 다른 건물이 존재하지 않고, 도시 배경이 직접적으로 가시되는 조건을 가정하였다. 분석 결과, 층수가 높아질수록 학생들의 창문 녹시율 만족도는 전반적으로 큰 변화가 나타나지 않았으며, 3층에서만 비교적 뚜렷한 감소가 확인되었다. 반면 저층부(1-2층)는 울타리 주변의 식재가 외부 환경을 일정 부분 차단하여 위압감과 안전감을 높이고, 환경의 쾌적성을 향상시키는 효과를 보였다. 학생들은 녹지가 시각적 완충 역할을 하여 도시 환경으로 인한 시각적 자극을 줄이고 교실 환경에 안정감을 부여한다고 응답하였다. 반면 3-5층 교실에서는 창문을 통해 외부 도시 경관이 지나치게 개방될 경우 시각적 안정감이 떨어진다는 의견이 나타났다. 한 학생은 “너무 멀리까지 다 보이면 오히려 집중이 안 되는 느낌이 있다”고 말하며, 일정 수준의 시각적 차폐가 필요하다고 언급하였다. 따라서 본 시나리오 C의 조건에서는 교실 창문 경관 설계에 있어 개방성과 차폐성의 균형이 핵심적이며, 적절한 식재 배치를 통해 외부 도시 경관의 시각적 간섭을 완화하고 심리적 회복감을 유도할 수 있다(그림 4, 5 참조).

3.1.2.4 시나리오 D: 건축 차폐 없는 먼 거리 지상 녹화

시나리오 D는 운동장이나 진입 광장과 같은 개방적 공간을 배경으로, 근경에는 교목을 배치하고 원경에는 경계 부 녹지를 구성한 환경을 가정하였다. 분석 결과, 층수가 높아질수록 만족도는 감소하는 경향을 보였으며, 특히 3층 이상에서는 녹시량이 줄고 하늘 비율이 증가함에 따라 창문 녹색 경관의 시각적 풍부성이 약화되었다. 그러나 녹시량과 하늘의 비율이 약 3:7에 근접할 경우 만족도가 상승하는 경향이 나타났으며, 이는 기존 연구(Bernard et al., 2018; Kent and Schiavon, 2020)에서 제시한 ‘적정 개방 비율’과 일치한다. 학생들은 단순로운 식재 배열보다 서로 다른 높이와 색채가 혼합된 식물 구성 형태를 더 선호하였으며, 완전한 차폐 환경보다는 외부 활동이 부분적으로 보이는 경관을 선호하였다. 이는 심리적 안정감과 사회적 활력이 학생들이 선호하는 경관 조건임을 시사한다. 종합하면, 시나리오 D는 개방적 경관 조건에서도 적절한 녹지 프레임이 학생의 시각적 만족도와 공간 참여감을 향상시킬 수 있음을 보여준다(그림 4, 5 참조).

3.2 포커스 그룹 인터뷰 결과

학생들은 교실 창문 밖 식재 환경을 인식할 때 식재 높이, 건물과의 거리, 식재 간격을 핵심 요인으로 인식하였으며, 이는 시야 확보와 채광, 개방감 등 시각적 쾌적성에 직접적으로 연관되어었다. 특히 적절한 높이와 거리의 조합을 통해 ‘차폐와 개방의 균형’을 이루는 공간을 이상적으로 평가하였다. 또한 학생들은 교목과 관목이 조화를 이루는 자연형 지상 식재를 선호하고, 인공적 질서보다 생태적 다양성과 자연스러움을 중시하였다. 식재 수종에 대해서는 구제적 식물 지식보다는 계절 변화와 색채감을 중시하여, 단풍이나 벚꽃 등 계절성이 뚜렷한 수종을 선호하였다. 더불어 학생들은 식재가 소음 차단과 심리적 완충 기능을 수행한다고 인식하며, 햇빛과 나뭇잎의 상호작용에서 시각적 안정감을 느꼈다. 종합하면, 학생들은 단순한 녹지량보다 자연스럽고 생태적이며 개방적인 식재 공간을 통해 심리적 안정과 시각적 쾌적성을 얻고자 하는 경향을 보였다.

학생들의 발화 내용을 자연성, 다양성, 공간성, 안전성의 네 가지 감성 차원으로 분석한 결과, 자연성(34회)과 다양성(31회)이 가장 높은 빈도를 보였다. 학생들은 “자연스럽다”, “생동감이 있다”는 표현을 자주 사용하며, 생태적 진정성과 계절 변화를 중시하였다. 또한 다양한 층위와 색채 변화를 통해 시각적 리듬감을 느끼는 다양성을 긍정적으로 인식하였다. 공간성(26회)은 시야의 개방과 차폐 정도에 대한 민감성을 보여주었으며, 안전성(8회)은 소음 차단과 안정감 등 정서적 요인과 관련되었다. 종합하면, 학생들은 자연스럽고 변화감 있으며 개방적인 식재 환경을 이상적인 교실 창문 경관으로 인식하고 있었다.

4. 식재 계획

4.1 계획 기준

4.1.1 계획의 전제

이 연구는 고등학교 교실 창문을 통한 식재 경관의 시각적 경험을 개선하기 위한 설계 기준을 마련하는 것을 목표로, 교실 내부 시점에서 학생이 인지하는 창밖 식생의 공간 구성 원리와 시각적 변수 간 관계를 규명하고, 이를 바탕으로 설계에 적용 가능한 정량적 지표 체계를 제시하였다. 나아가 교실 창문 경관을 평면·입면·시각 투영 관계가 통합된 다차원 인지 체계로 간주하고, Bolte et al.,(2024)의 창문 녹시를 개선 방법을 참고하여 식재 공간을 정량 변수 체계로 전환하였다. 핵심 변수는 식재 높이, 식재-건물 거리, 창문 녹시율로 설정하며, 교실 내부 관찰 점과 창문 네 모서리를 연결한 시야 공간 내 식물 수관 비율을 계산해 녹시율을 산출하였다. 목표 녹시율은 층별 50-70%로 설정하고, 이에 대응하는 식재 높이, 거리, 수관 폭을 역산해 식재 가능 구간을 도출하였다.

4.1.2 식재 공간 위치 계산 방법

학교 교실 창문을 통해 인지되는 식생 경관은 단순한 평면 배치에 의해 결정되는 것이 아니라, 식재 높이, 식재-건물 간 거리, 관찰자의 시야 기하 구조, 그리고 수관이 창문에 투영되는 형상이 함께 작용하는 3차원적 인지 과정이다. 본 연구는 Bolte et al.,(2024)의 창문 녹시율 산정 방법을 참고하여, 교실 내부의 관찰 지점과 창문 네 모서리를 연결함으로써 시야 프리스텀(view frustum)을 구성하고, 해당 프리스텀 내부에서 식물 수관이 차지하는 투영 비율을 기준으로 창문 녹시율을 정량화하였다. 이를 위해 식재 공간 지표를 재구성하고, 각 층에 설정된 목표 창문 녹시율에 따라 필요한 공간 변수를 역으로 도출할 수 있도록 모델을 구성하였다.

창문 녹시율 정량화 과정에서는 우선 건물 조건과 관찰자의 시야 조건을 명확히 설정한 후, 수관을 타원체 형태로 단순화하고 식재의 총수고를 수간와 수관부로 구분하였다. 이후 창문을 통해 가시되는 식물 범위를 창문 위치에 투영하여 창문 녹시율을 모의 산정하였다. 수관이 창문 내 투영 영역에 포함되는지는 식재-건물 거리, 관찰자의 층별 높이 등 기하학적 조건에 의해 결정된다.

창문 녹시율은 수직 및 수평 피복률이 결합된 2차원 투영 면적 비율로 정의하고, 수직 방향에서는 창문 투영 내에서 실제로 가시되는 수관의 높이 $[\Delta H_{proj}(n)]$ 를 산정하고, 이를 창문 높이 대비 비율로 환산하여 수직 피복률 $[R_v(n)]$ 을 도출하였다. 수평 방향에서는 수관의 창문 내 가시 폭 $[W_{proj}(n)]$ 을 계산하고, 이를 창문 폭 대비 비율로 환산하여 수평 피복률 $[R_h(n)]$ 을 산정하였다. 모든 관련 변수의 계산은 표 5에 제시된 공간 지표 및 산정식에 근거한다. 각 층별 창문 녹시율을 설정한 후, 목표 녹시율 구간을 먼저 규정하고, 이를 만족하기 위한 식재 높이와 식재-건물 간 거리 등을 역으로 도출하였다. 도출된 값은 구간화 과정을 거쳐 폭 1m의 선형 식재대로 재구성되었으며, 이를 통해 연속적인 수직·수평 녹화 구조를 형성하였다. 계산 결과, 층별로 요구되는 식재대의 위치가 일부 높이 구간에서 중첩되는 것으로 나타났으며, 중첩도가 가장 높은 영역을 핵심 식재 구간으로 설정하여 창문 녹시율 형성에 기여도가 높은 범위를 도출하였다. 최종적으로 구축된 공간 지표 체계는 네 가지 유형의 시나리오에 대한 3D 시뮬레이션 이미지 제작에 활용되었다(표 5, 그림 6-8 참조).

4.2 수종 선정

녹화 방식을 지상 녹화와 입면 녹화 두 가지로 구분하고, 우선 학교 환경에 적합한 수종을 선정하 뒤, 그

표 5. 식재 위치 수치 계산 지표- 식재 공간 및 창문 녹시율 변수

구분	지표명	기호	설명	수치/계산식
건물 관찰 조건	층고	H_f	교사동 한 층의 층고	3.5m 고정
	관찰자 눈높이	H_b	고등학생 좌식 자제 기준 시야 높이	1.2m 고정
	실내 관찰 거리	L_i	관찰자 - 창문 사이의 수평 거리	5.5m 고정
	창턱 높이	h_s	바닥면에서 창문 하단까지의 수직 높이	0.9m 고정
	창문 높이	h_w	창문의 수직 길이(하단-상단)	1.8m 고정
	창문 너비	w_w	창문의 수평 길이	2.4m 고정
관찰 지점 변수	절대 눈높이	$H_e(n)$	n층에서 관찰자의 절대 시선 높이	$H_e(n) = n \times (H_f - 3.5) + H_b$
	창문 하단 절대 높이	$H_{w,b}$	n층 창문의 하단 절대 높이	$H_{w,b} = H_f(n) + H_s$
	창문 상단 절대 높이	$H_{w,t}$	n층 창문의 상단 절대 높이	$H_{w,t} = H_f(n) + H_s + H_w$
식재 공간 변수	건물-식재 수평 거리	D_t	교사동 외벽-수간(나무 중심) 간 수평 거리	-
	식재 총수고	H_t	지면에서 수관 상단까지 높이	-
	수관 하단 높이	$H_{c,b}$	수관이 시작되는 하단 높이	$0.3H_t^b$
	수직 가시 수관 높이	$H_{high}(n)$	창문 상단 시선이 식재 위치에 투영될 때의 높이	$H_{high}(n) = H_{w,t} + (H_{w,t} - H_e(n)) \frac{D_t}{D_t + L_i}$
	수직 가시 수관 높이	$H_{low}(n)$	창문 하단 시선이 식재 위치에 투영될 때의 높이	$H_{low}(n) = H_{w,b} + (H_{w,b} - H_e(n)) \frac{D_t}{D_t + L_i}$
	수관 수평 반장축	a	타원체 수관의 수평 반장축 길이	$0.21H_t^b$
	수관 수직 반장축	b	타원체 수관의 수직 반장축 길이	$0.3H_t^b$
	가시 중심 높이	$z_v(n)$	n층 창문 시야 범위 내 수관의 중심 투영의 높이	$z_v(n) = \frac{H_{high}(n) + H_{low}(n)}{2}$
	수관 중심	z_c	타원체 수관 중심의 절대 높이	$z_c = H_{c,b} + b$
	높이 $z_v(n)$ 에서 타원체의 수평 단면 너비	$W_{proj}(z)$	높이 $z_v(n)$ 에서의 타원체 수관 수평 단면 폭	$W_{proj}(z) = 2a \sqrt{1 - \left(\frac{z_b(n) - z_c}{b} \right)^2}$

표 5. 계속

구분	지표명	기호	설명	수치/계산식
창문 녹시율 변수	수관 가시 높이	$\Delta H_{proj}(n)$	창문 시야 범위 내 실제로 가시적인 수관의 수직 높이	$\Delta H_{proj}(n) = \min(H_{high}(n), H_{c,i}) - \max(H_{low}(n), H_{c,b})$
	수관 가시 너비	$W_{proj}(n)$	창문 시야 범위 안에 보는 수관의 가로 길이	$W_{proj}(n) = W_{proj}(z) \times \frac{L_i}{D_i + L_i}$
	수직 피복률	$R_v(n)$	창문 높이 대비 수관의 수직 피복 비율	$R_v(n) = \frac{\Delta H_{proj}(n)}{H_w}$
	수평 피복률	$R_h(n)$	창문 폭 대비 수관의 수평 피복 비율	$R_h(n) = \frac{W_{proj}(n)}{W_w}$
	창문 녹시율 추정값	$WGVI(n)$	수직·수평 피복률을 곱하여 산정한 창문 녹시율	$WGVI(n) = R_v(n) \times R_h(n)$

a: 중국 「Code for Fire Protection Design of Buildings (GB 50016)」 중 학교 건물 층수 관련 규정을 근거로 하며 고등학생의 좌시 시 눈높이를 기준으로 함
 b: 관련 선행 연구 및 설계 관행을 참고함(Zhu et al., 2020)

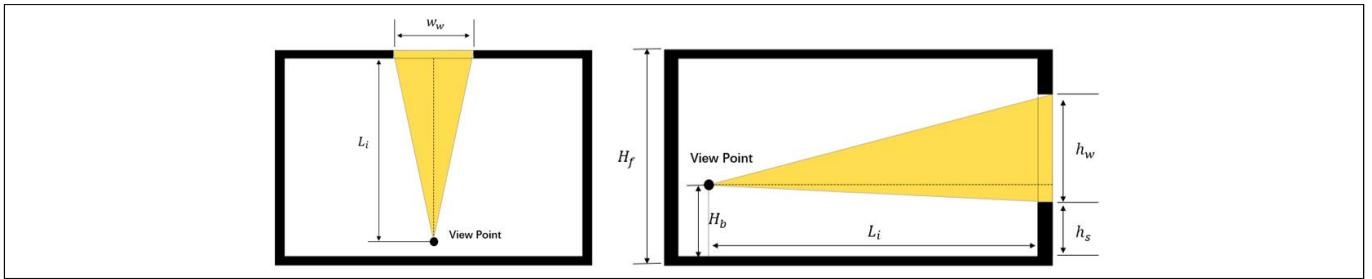


그림 6. 실내 시점 기반 시야각 및 관찰 영역의 평면도와 입면도

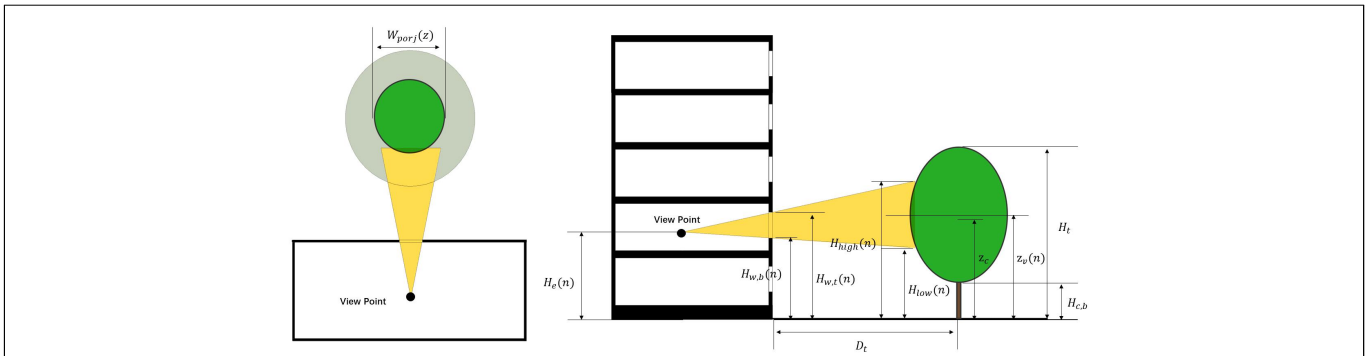


그림 7. 수목 가시범위 및 투영 높이의 평면도와 입면도

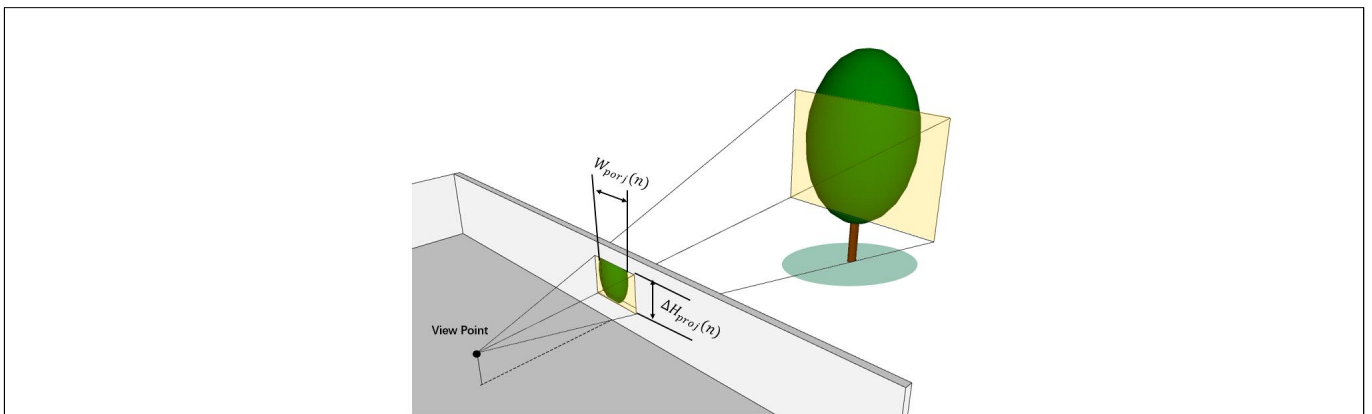


그림 8. 시야 투영 기반 녹시율 산정 기하 모델

후보군 안에서 수목의 높이 위계와 수관 폭, 활엽·낙엽 특성, 계절별 색채와 경관적 심미성을 종합적으로 고려하여 최종 수종을 결정하였다(표 6 참조).

4.3 시나리오별 식재 모형 구상

이 연구에서 설정한 네 개의 시나리오에 따른 식재 모형은 표 7 및 그림 9-12과 같다. 시나리오 A는 인접 학교 건축물로 인해 시야가 부분적으로 차폐되는 상황에서 자연성과 시각적 흥미성을 확보하는 것을 목표로 한다. 지상 교목을 삼각형 구도로 배치해 층별로 연속적인 수관 흐름이 나타나도록 하며, 가장 중요한 조정 변수는 식재 높이이다. 1층은 창 상하단을 안정적으로 채우는 녹지 배경을 형성하고, 2-3층에서는 수고와 수관폭을 확대해 깊이감 있는 수관 띠를 조성한다. 4층은 녹지 비율을 일부 조절해 건물과 원경이 함께 보이는 반개방적 시야를 유도하고, 5층은 옥상 녹화를 통해 상층부의 부족한 녹지를 보완한다. 이를 통해 차폐된 조건에서도 자연스러운 변화와 흥미 요소가 어우러지는 창문 경관을 구현한다.

시나리오 B는 건물 간 이격 거리가 좁아 지상 식재가 제한되는 상황에서 적용할 수 있는 유형으로, 입면 녹화와 옥상 녹화를 활용해 자연성과 흥미성을 수직적으로 확장하는 것이 핵심이다. 가장 중요한 조정 변수는 수종의 다양성이며, 식재 높이는 단조로움을 줄이는 두 번째 요소로 작용한다. 1, 2층은 지상 식재를 활용해 기본적인 녹지 띠를 형성하고, 3층에서는 맞은편 건물의 벽면에 입면 녹화를 도입해 경직된 입면을 완화하고 시각적 변화를 제공한다. 5층에서는 옥상 식재대를 추가하여 입면과 옥상이 연결되는 다층 녹화 체계를 구축한다. 이러한 조합은 제한된 조건에서도 충분한 가시 녹지와 시각적 층위를 확보하는 데 적합하다.

시나리오 C는 인접 건축물이 없어 시야가 넓게 개방된 조건에서, 과도한 개방감이 주는 불안감을 완화하기 위해 폐쇄성을 일부 구현하는 것을 목표로 한다. 모든 층에서 지상 녹화를 적용하되, 아교목을 중심으로 창 하단에 심리적 안정감을 주는 녹지 프레임을 형성한다. 저층은 가까운 식재를 통해 위요감을 제공하고, 중층은 높이와 수관폭을 조절해 깊이감을 형성한다. 상층부는 수고 조절을 통해 필요 이상의 개방감이 생기지 않도록 시야 하단에 일정한 프레임을 유지한다. 이 모형은 개방된 배경 속에서도 안정감을 보완하는 녹지 경관을 구성한다.

시나리오 D는 운동장, 스카이라인, 원경의 산 등 장거리 경관을 명확히 조망할 수 있는 조건에서, 자연성과 시각적 흥미성을 강화하는 데 집중한다. 가장 중요한 변수는 수종 선택으로, 다양한 수형과 질감의 식물을 활용해 원경과 조화를 이루는 다층적 경관을 만든다. 저층은 아교목을 이격 배치해 시야 하단에 얇은 녹지 띠를 형성하고, 중고층은 원경을 가리지 않는 범위에서 높이와 수관폭을 조절하여 깊이감을 강화한다. 이를 통해 개방감과 안정감이 균형을 이루는 원경 중심의 창문 경관을 조성한다.

표 6. 지상 녹화 도입 가능 수종

항목	수종	성숙기 수고(m)	수관폭(m)	계절 특성/색채
지상 녹화 수종	산수유	4-6	3-4	이른 봄 황색 꽃, 가을 붉은 열매와 단풍
	배롱나무	3-6	3-4	여름 분홍·자홍색 꽃, 가을 단풍
	이팝나무	4-7	3-5	늦봄 풍성한 흰 꽃, 여름 짙은 녹색
	단풍나무	4-6	3-4	봄·여름 녹색, 가을 주황색 단풍
	왕벚나무	6-10	5-7	봄 벚꽃 개화, 여름 녹색, 가을 옅은 황·적색 단풍
	산딸나무	6-9	4-6	초여름 흰 꽃, 가을 붉은 열매와 단풍
	자작나무	8-10	4-6	흰색 수피, 초여름 연녹색 잎, 가을 황색 단풍
	측백	4-8	2-4	상록, 저층부 녹시율 확보에 유리
	은행나무	12-18	6-10	가을 노란색 단풍, 수형이 안정적
	쇠나무	10-15	6-10	상록 침엽, 수관 형태가 안정적, 사계절 녹색
	양버즘나무	12-18	8-12	큰 잎과 넓은 그늘, 가을 황갈색 단풍
	느티나무	15-20	10-15	넓게 퍼지는 수관, 여름 짙은 녹색, 가을 황·주황색 단풍
	메타세쿼이아	20 이상	6-8	낙엽 침엽수, 수직성이 강하고 가을 적갈색으로 변색

표 7. 시나리오별 식재 계획모형

시나리오 구분	건물 간 거리(m)	녹화방식	층	창문 녹사율(%)	식재 높이(m)	건축-식재 거리(m)	수관폭(m)
시나리오 A	25	지상 녹화	1	50-70	4.5-6	7-9	3-4.5
			2	50	6.5-8	8-11	4.2-6
			3	50	8-9.5	9-11	5.2-6.8
			4	30-50	9.5-13	10-12	6-7.5
		옥상 녹화 보조	5	30	옥상 식재대에 높이 1.2-1.8m 관목, 다년생 초본 식재		/
감각적 특징		자연성, 흥미성 강조					
식재 특징 중요도		높이 > 거리 > 수중					
시나리오 B	25	지상 녹화	1	50-70	4.5-6	7-9	3-4.5
			2	50	6.5-8	8-11	4.2-6
		입면 녹화	3	50	당굴식물 수중 적용		/
		입면 녹화, 옥상 녹화	4	30	옥상 식재대에 높이 1.2-1.8m 관목-다년생 초본 식재		
	5	50					
감각적 특징		자연성, 흥미성 강조					
식재 특징 중요도		수중 > 높이 > 거리					
시나리오 C	25	지상 녹화	1	30-50	4-5.5	8-10	2.8-4
			2	50	7.5-9	7-9	5-6.8
			3	50	9-10.5	8-11	6.3-7.8
			4	50	9.5-11		6.8-8
			5	30	11.5-13	> 11	7.5-9
감각적 특징		폐쇄성 구현					
식재 특징 중요도		높이 > 수중 > 거리					
시나리오 D	70	지상 녹화	1	30-50	4-5.5	7-9	2.8-4
			2	70	7.5-9	8-11	5-6.8
			3	50	> 18	60-70	> 8
			4	50			
			5	30			
감각적 특징		자연성, 흥미성 강조					
식재 특징 중요도		수중 > 높이 > 거리					

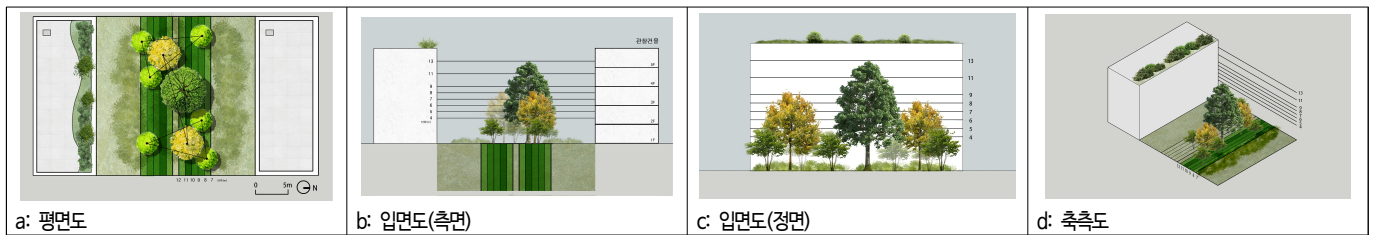


그림 9. 시나리오 A 식재 계획모형

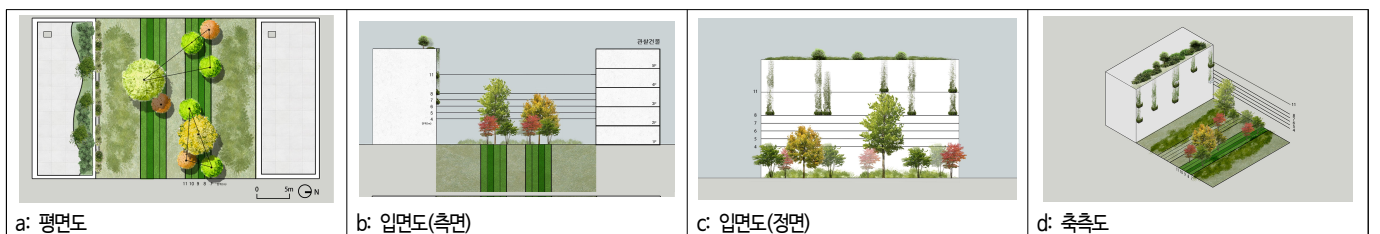


그림 10. 시나리오 B 식재 계획모형

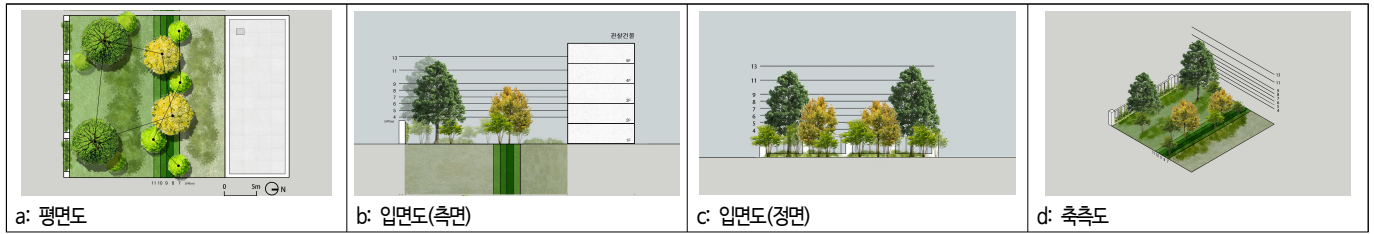


그림 11. 시나리오 C 식재 계획모형

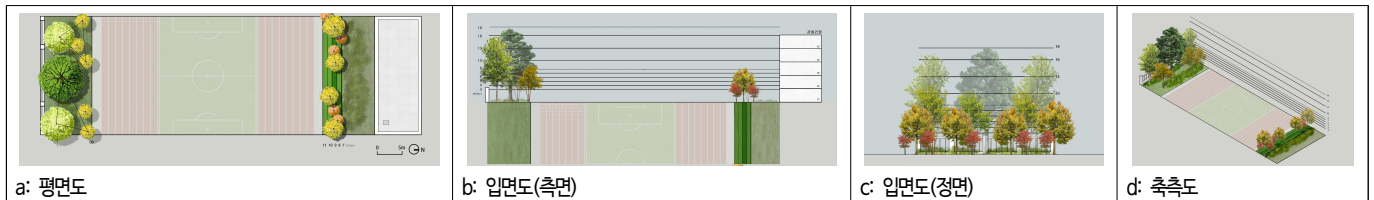


그림 12. 시나리오 D 식재 계획모형

5. 결론

이 연구는 중국 린이시의 고등학교를 대상으로, 교실 창문에서 학생이 인지하는 녹지의 비율인 창문 녹시율을 정량화하고, 적정 녹시율 확보와 쾌적한 창문 경관을 조성하기 위한 고등학교 녹지 및 건축물 입면 식재 기법과 설계 프로세스를 제시하였다. 선행 연구 고찰을 바탕으로 가상의 시나리오를 설정하고, 시뮬레이션 이미지를 평가하는 정량적 분석과 포커스 그룹 인터뷰를 병행하여 학생의 시각적 만족도와 선호 반응이 형성되는 공간적 요인을 도출하였다.

연구 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째, 창문 녹시율은 단순한 환경 평가 지표가 아니라 설계자가 목표 구간을 설정하고 식재 구성을 조정함으로써 관리·개선할 수 있는 실질적 설계 변수로 제시되었다. 교실 층수에 따라 30%, 50%, 70%의 목표 녹시율 구간을 설정하여 층별 창문 경관과 교실 밖 식재 설계의 관계 설정을 통해 보다 학생들의 심리적 안정에 기여하는 설계안을 도출할 수 있다. 둘째, 창문 녹시율에 영향을 미치는 요소는 식물 요소, 건축 요소, 관찰자 요소로 구조화되며, 설계자가 조정 가능한 주요 변수는 식재 높이, 건축물과 식재의 거리, 식물 배치, 녹화 방식, 식물 수종으로 구체화된다. 셋째, 학생의 만족도와 선호는 단순한 녹시율 수치보다는 개방감, 시각적 층위, 조화, 계절성, 사회적 활동 등 경관의 질적 특성과 결합하여 나타나는 경향이 뚜렷하였다. 따라서 창문 녹시율은 양적 목표이면서 동시에 질적 설계 조건으로 함께 해석되어야 한다.

이를 토대로 이 연구는 인접 건축물 진단, 녹지 가능 영역 설정, 관찰 지점 및 층별 목표 설정, 식재 전략 수립으로 이어지는 단계적 설계 프로세스를 제시하였다. 이 과정은 대상지의 배치 계획과 층별 평면 및 입면 계획이 달라지더라도 대상지 분석, 목표 설정, 변수 조정을 통해 적용할 수 있는 일반화된 식재 설계 프로세스로 가능할 수 있다. 다양한 조건에 활용할 수 있는 네 가지 시나리오는 이러한 적용과 해석의 유연성에 기여할 수 있다. 또한 이 연구는 학생이 설계 과정에 참여함으로써 환경 감수성과 공간 인식이 향상시키고 공급자 중심의 교육시설 설계에서 간과할 수 있는 학생들의 심리적 회복과 정서적 안정을 도모할 수 있는 체계적인 설계 방법론을 제시하였으며 고밀도 도시 학교의 현실적 제약 속에서도 적용 가능한 식재 설계 프로세스를 구축했다는 점에서 학문적·실무적 의의를 가진다.

이 연구는 교실 창문을 통해 인지되는 녹지를 설계의 정량적 목표이자 질적 기준으로 제시하고, 이를 변수화·모형화·단계화함으로써 학생들이 오랜 시간을 보내야 하는 교실의 창문 경관 설계 방법을 체계적으로 제시하였다. 나아가 이는 고밀도 도시 내에서도 심리적 회복을 촉진하는 실내외 연계형 녹지 설계의 방향성을 제시한다.

한편 이 연구는 다음과 같은 한계를 지닌다. 첫째, 연구 대상이 중국 린이시의 특정 고등학교 한 곳에 한정되어 있어 지역적·문화적 다양성이 충분히 반영되지 못하였다. 향후 연구에서는 다양한 지역과 기후 조건을 포함한 비교·확장 연구가 필요하다. 둘째, 시뮬레이션 기반 분석은 계절 변화나 시간대별 광환경 변화를 완전히 반영하기 어렵다는 점에서 한계가 있다. 후속 연구에서는 시간 시퀀스 분석이나 VR이나 AR 기반의 시각 실험을 통해 실제 감각 반응을 포함하는 동적 평가가 요구된다. 셋째, 제안된 설계안을 대상으로 한 학생 사후 검증이 충분히 이루어지지 못했다. 한국과 중국은 학습 중심의 학교 문화, 학생 생활 패턴, 교실 중심의 공간 구성 등 다수의 구조적·문

화적 공통점을 가지며, 린이시와 한국의 기후대와 식재 조건 또한 유사하여 녹사율 변화가 학생의 지각 경험 및 정서 반응에 미치는 영향에 대한 비교와 확장 연구가 가능하다. 그러나 학교마다 공간 형태, 건축 배치 및 주변 환경 조건이 상이하기 때문에 식재 구간의 적용 범위는 실제 설계 과정에서 장소적 특성에 따라 변동될 가능성이 높다. 따라서 본 연구에서는 다양한 학교 환경에서 나타나는 식재 구간의 변화 범위를 일률적으로 규정하기에는 한계가 있으며, 이에 대한 보다 구체적인 검증은 향후 다양한 학교 사례를 대상으로 한 후속 연구에서 추가적으로 수행될 필요가 있다. 따라서 이 연구는 오랜 시간 실내 활동을 하는 교육 환경에 적용할 수 있는 창문 경관 분석의 개념적·방법론적 틀을 제공함으로써 학술적 확장 가능성을 가진다는 의의가 있다.

References

1. 교육부(2009) 초·중등 그린스쿨(Green School) 사업 추진계획(안). 교육과학기술부.
2. 김미현(2004) 고등학교 배치유형에 관한 연구: 경기도내 2000년에서 2004년 건립된 고등학교를 중심으로. 한경대학교 산업대학원 석사학위논문.
3. 김희란, 구창덕(2019) 도시숲과 학교숲 체험 활동이 고등학생의 숲에 대한 태도, 심리적 안녕감, 스트레스에 미치는 영향. *한국환경생태학회지* 33(3): 341-353.
4. 박경민, 이태경(2025) 학교숲 공간디자인 가이드라인 개발을 위한 구성요소 연구. *한국생활환경학회지* 32(2): 191-205.
5. 서유환, 권기욱, 주진희, 김정호, 윤용한(2013) 조경식재공간 내 녹사율에 따른 관찰자의 심리 변화에 관한 연구. *한국환경생태학회 학술발표논문집* 2013(2): 31-32.
6. 임중수(2023) 학교 교사 배치 유형 및 공간 형태에 따른 선호도 분석. *한국교원대학교 교육정책전문대학원 석사학위논문*.
7. 질병관리청(2024) 청소년건강행태조사 기반의 청소년 정신건강 심층보고서. 질병관리청 보고서.
8. 한근혜(2019) 청소년의 생활습관관리를 위한 신체활동과 건강행위와의 관련성 연구. *한국엔터테인먼트산업학회 논문지* 13(5): 127-138.
9. Abd-Alhamid, F., M. G. Kent and Y. Wu(2023) Quantifying window view quality: A review on view perception assessment and representation methods. *Building and Environment* 227: 109742.
10. Bernard, J., E. Bocher, G. Petit and S. Palominos(2018) Sky view factor calculation in urban context: Computational performance and accuracy analysis of two open and free GIS tools. *Climate* 6(3): 60.
11. Bolte, A. M., B. Niedermann, T. Kistemann and J. H. Haurert(2024) The green window view index: Automated multi-source visibility analysis for a multi-scale assessment of green window views. *Landscape Ecology* 39(3): 1-26.
12. Budaniya, M. and M. S. Dasgupta(2024) Effects of indoor plants on occupants' perceptions of indoor climate, sick building syndrome(SBS), emotional state, self-assessed performance, and overall space satisfaction: A systematic review. *IICHe-CHEMCON*.
13. Grahn, P. and U. K. Stigsdotter(2010) The relation between perceived sensory dimensions of urban green space and stress restoration. *Landscape and Urban Planning* 94(3-4): 264-275.
14. Heschong, L.(2003) Windows and offices: A study of office worker performance and the indoor environment. California Energy Commission.
15. Jing, X., C. Liu, J. Li, W. Gao and H. Fukuda(2024) Effects of window green view index on stress recovery of college students from psychological and physiological aspects. *Buildings* 14(10): 3316.
16. Kaplan, R. and S. Kaplan(1989) *The Experience of Nature: A Psychological Perspective*. Cambridge University Press.
17. Kent, M. and S. Schiavon(2020) Evaluation of the effect of landscape distance seen in window views on visual satisfaction. *Building and Environment* 183: 107160.
18. Ko, W. H., M. G. Kent and S. Schiavon(2023) View access index: The effects of geometric variables of window views on occupants' satisfaction. *Building and Environment* 234: 110132.
19. Lee, E. S., B. Szybinska Matusiak, D. Geisler-Moroder, S. E. Selkowitz and L. Heschong(2022) Advocating for view and daylight in buildings: Next steps. *Energy and Buildings* 265: 112079.

20. Li, D., Y. C. Chiang, H. Sang and W. C. Sullivan(2019) Beyond the school grounds: Links between density of tree cover in school surroundings and high school academic performance. *Urban Forestry & Urban Greening* 38: 42–53.
21. Li, W. and H. Samuelson(2020) A new method for visualizing and evaluating views in architectural design. *Developments in the Built Environment* 1: 100005.
22. Liang, J., J. Gong, J. Zhang, Y. Li, D. Wu and G. Zhang(2020) GSV2SVF: An interactive GIS tool for sky, tree and building view factor estimation from street view photographs. *Building and Environment* 168: 106475.
23. Lin, T. Y., A. V. Le and Y. C. Chan(2022) Evaluation of window view preference using quantitative and qualitative factors of window view content. *Building and Environment* 213: 108886.
24. Meng, X. and M. Wang(2025) Exploring the health impacts of window views: A literature review. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering* 24(6): 5080–5103.
25. Panero, J. and M. Zelnik(1979) *Human Dimension & Interior Space: A Source Book of Design Reference Standards*. Whitney Library of Design.
26. Wang, W., Z. Lin, L. Zhang and T. Yu(2018) Building visual green index: A measure of visual green spaces for urban building. *Urban Forestry & Urban Greening* 40: 335–343.
27. Yang, J., J. McBride, J. Zhou and Z. Sun(2009) Can you see green? Assessing the visibility of urban forests in cities. *Landscape and Urban Planning* 91(2–3): 97–104.
28. Yu, S., B. Yu, W. Song, B. Wu, J. Zhou, Y. Huang, J. Wu, F. Zhao and W. Mao(2016) View-based greenery: A three-dimensional assessment of city buildings' green visibility using floor green view index. *Landscape and Urban Planning* 152: 13–26.
29. Zhu, J., L. Qiu, Y. Su, Q. Guo, T. Hu, H. Bao, J. Luo, S. Wu, Q. Xu, Z. Wang and Y. Pan(2022) Disentangling the effects of the surrounding environment on street-side greenery: Evidence from Hangzhou. *Ecological Indicators* 143: 109153.