



Delft University of Technology

Acque visibili eppur nascoste

Isfahan vive con il deserto

Najar Najafi, Elnaz; Sanaan Bensi, Negar

Publication date

2024

Document Version

Final published version

Published in

DAr Design | Architecture | Research

Citation (APA)

Najar Najafi, E., & Sanaan Bensi, N. (2024). Acque visibili eppur nascoste: Isfahan vive con il deserto. *DAr Design | Architecture | Research*, 5, 63-74.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

DAR

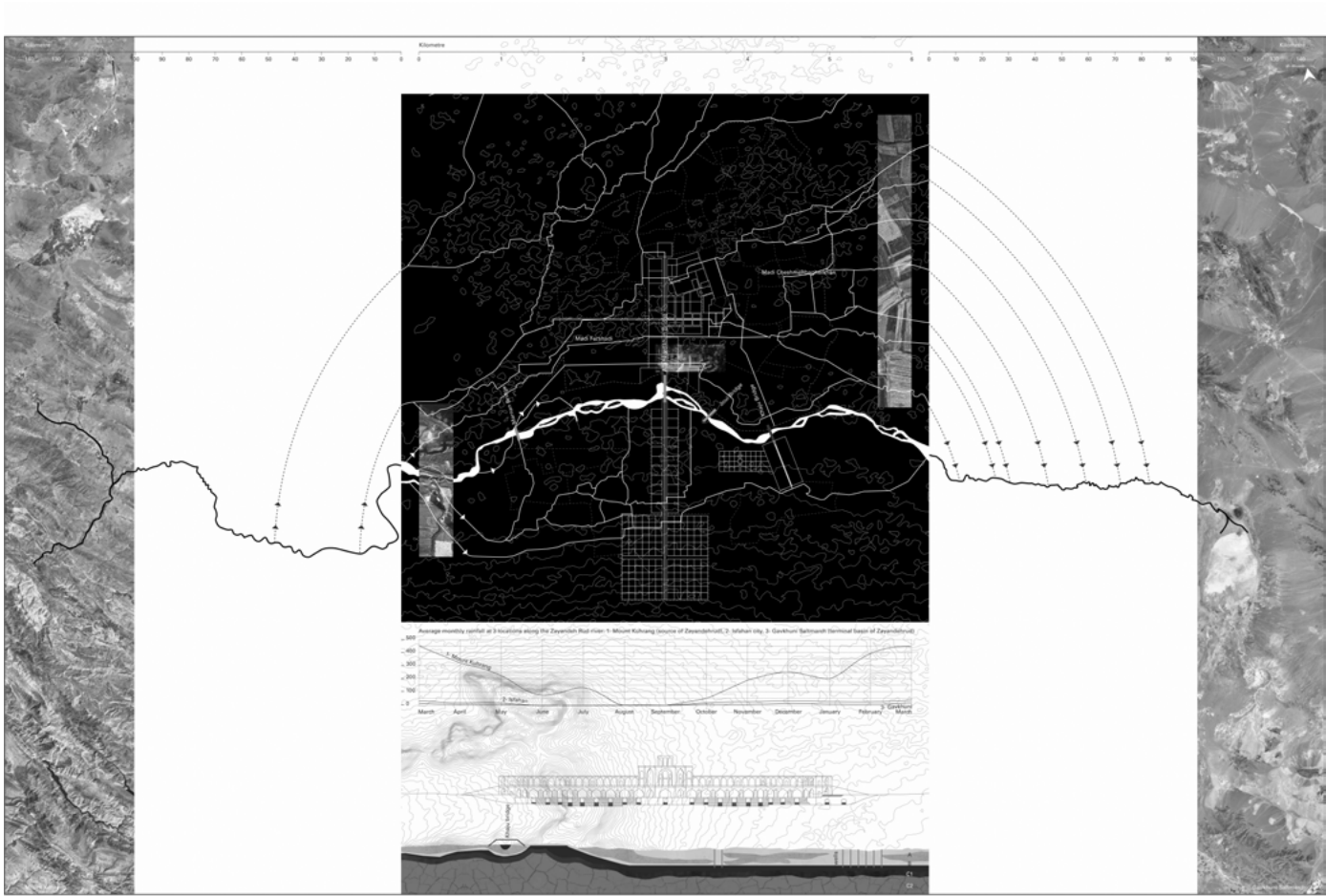
DESIGN | ARCHITECTURE | RESEARCH

#5
2024
Sahara significa deserto
Sahara means desert

DAr

Rivista internazionale di architettura nel mondo islamico
International journal of architecture in the Islamic world

Periodico semestrale | Bi-annual journal
Anno III, n. 5 - aprile 2024
ISSN 2785-3152
Iscrizione al Tribunale di Milano n. 233 del 29/12/2021



Acque visibili eppur nascoste: Isfahan vive con il deserto

Visible yet hidden waters: Isfahan lives with the desert

Elnaz Najar Najafi, *independent researcher*
Negar Sanaan Bensi, *TU Delft*

Isfahan is a desert city in the middle of the Iranian plateau, next to the Zāyandeh Rūd. The paper demonstrates how the planners of Isfahan during the Safavid era were able to inhabit its plain despite the limitations of this desert landscape, such as lack of water, especially during warm seasons, extreme water fluctuation of the river, and poor soil conditions. Through Īstīnbāt, or the gradual nurturing of its inherent geological and ecological contingencies and the entanglement of soil, water, and air, as well as the infrastructure and architecture of locks, underground dams, pigeon towers, and gardens, they were able to activate the “latent potentialities” of this plain.

Keywords: Īstīnbāt - Zāyandeh Rūd - Isfahan - desert



La rete di torri colombaie lungo il fiume (collage delle autrici su una fotografia di G. Gerster e un disegno di X. P. Coste)

The network of pigeon towers along the river (collage by the authors of a photo by Georg Gerster and a drawing by X.P. Coste)

1. *Qanāt* è un sistema tradizionale per captare e controllare le acque sotterranee, che ha in gran parte modellato il paesaggio iraniano ed è stato la base per abitarlo, costruirlo e prosperarvi.

1. *Qanāt* is a traditional system for accessing and controlling underground water. It largely shaped the Iranian landscape and was the basis for inhabitation, construction, and prosperity.

2 Anche durante il regno selgiuchide, quando Isfahan fu scelta come capitale dell'impero (1051-1118), il territorio della città era limitato a dove si trova oggi piazza Naqsh-e Jahān, a pochi chilometri dal fiume.

2. Even during the Seljuk reign, when Isfahan was selected as the capital of the empire (1051–1118), the city's territory was limited to where today Naqsh-e Jahān Square is located, a few kilometres away from the river.

3. Questo fiume aveva piena capacità durante i tre mesi invernali, quando la città ne aveva meno bisogno, e si inaridiva durante le stagioni calde, quando la città ne aveva più bisogno.

3. This river was at full capacity during the three months of winter, when the city needed it the least, and ran low during the warm seasons, when the city needed it the most.

4. Dopo che Isfahan divenne capitale, la popolazione della città decuplicò, da circa 80.000 a 650.000 abitanti in meno di un secolo (Lockhart 1958, 476-477).

4. After Isfahan became the capital, the population of the city grew tenfold, from about 80,000 to 650,000 in less than a century (Lockhart 1958, 476-477).

Nel deserto, dove le fonti d'acqua facilmente disponibili come fiumi, stagni e laghi sono rare, l'acqua è per lo più nascosta nelle profondità del terreno. A fronte delle diverse profondità a cui si trova, l'acqua può emergere in superficie solo attraverso processi e sistemi idraulici complessi come i *qanāt*¹. Per estrarre un'entità invisibile, è necessaria una certa attitudine alla deduzione, ovvero l'*īstīnbāt*. In arabo *īstīnbāt* significa precisamente «capacità di riconoscere ciò che è nascosto» e «estrazione di acque sotterranee» (*Dehkhoda Etymological Dictionary*). In simile contesto, l'acqua è una «potenzialità latente», che richiede una ricerca attenta e precisa in grado di discernerne i segnali, di portarla in superficie e, in altre parole, di renderla utilizzabile.

Isfahan è una delle città più importanti dell'altopiano centrale iraniano. Si trova lungo il più importante fiume permanente della regione, determinando così l'accessibilità e disponibilità di una effettiva fonte d'acqua. Tuttavia la vita di questa città del deserto e la sua difficile storia con il fiume dimostrano il contrario. Rappresenta un eccellente esempio di come vivere con il deserto, accettandone i limiti e attivando le sue «potenzialità latenti» attraverso l'*īstīnbāt* e gradualmente nutrendo le sue possibilità geologiche ed ecologiche.

La maggior parte degli insediamenti dell'altopiano iraniano sono costruiti su coni alluvionali e in prossimità di linee di faglia in una condizione geologica dinamica, dipendendo dalle loro potenziali risorse, quali le acque sotterranee. Al contrario, Isfahan si trova lungo il fiume Zāyandeh Rūd su una pianura tettonica relativamente piatta e stabile in un paesaggio desertico. Ciononostante, fino al sedicesimo secolo, la città rimase distante dal corso d'acqua² a causa della sua natura di fiume del deserto, le cui acque erano caratterizzate da una considerevole fluttuazione tra la stagione calda e quella fredda³. Inoltre l'agricoltura era impossibile lungo le sue rive a causa della scarsa qualità del terreno di argilla e calce, privo di componenti organiche. Tutto ciò rese lo Zāyandeh Rūd non una fonte d'acqua disponibile ma solo «potenziale», determinando la necessità di attente modificazioni delle sue aree circostanti perché potessero essere abitate.

Nel 1598 il re safavide Shāh Abbās I scelse Isfahan come capitale⁴. Nel corso dei decenni successivi la città si espanse verso il fiume e la sua immagine cambiò gradualmente da desolata cittadina a città prospera e ricca di vegetazione⁵. Come è avvenuta questa transizione?

In a desert, where readily available water sources such as rivers, ponds, and lakes are rare, water is mostly hidden in the depths of the ground. Because of its variations in depth, this water can emerge over the surface only through complex processes and hydraulic systems, such as *qanāt*¹. One requires a flair for inference, or *īstīnbāt*, to extract an invisible entity. In Arabic, *īstīnbāt* means precisely «the ability to recognise what is hidden» and the «extraction of underground waters» (*Dehkhoda Etymological Dictionary*). In such a context, water is a «latent potentiality», which requires a careful and comprehensive search for signs to be discerned, brought to the surface, and, in other words, actualised. Isfahan is one of the most prominent cities on the central Iranian Plateau. It is located along the most important permanent river in the region, which implies access to an available and actual water source. However, reflecting on the life of this desert city and its struggling story along the river shows otherwise: an excellent example of how to live with a desert, embracing its limitations and instead activating its «latent potentialities» through *īstīnbāt* and gradually nourishing its inherent geological and ecological contingencies.

Most settlements on the Iranian plateau are built over alluvial fans and close to the major fault lines in a dynamic geological condition, and they rely overtly on their potential resources, like underground waters. By contrast, Isfahan sits along the river Zāyandeh Rūd on a relatively flat, stable tectonic plain in a desert landscape. Despite this, until the sixteenth century, the city remained distant from the river² because of the nature of this desert river, which had a considerable water fluctuation between warm and cold seasons³. In addition, agriculture along the river's shores was impossible due to the poor quality of the clayish soil mixed with lime and devoid of organic components. Such problems caused Zāyandeh Rūd to become a «potential» source rather than an actual, available one, which required careful modification for the surrounding areas to be inhabited.

In 1598, the Safavid king, Shāh Abbās I, selected Isfahan as his capital⁴. Over the next few decades, the city expanded towards the river, and its image gradually changed from a barren small town to a green, prosperous city⁵. How did this transition happen?

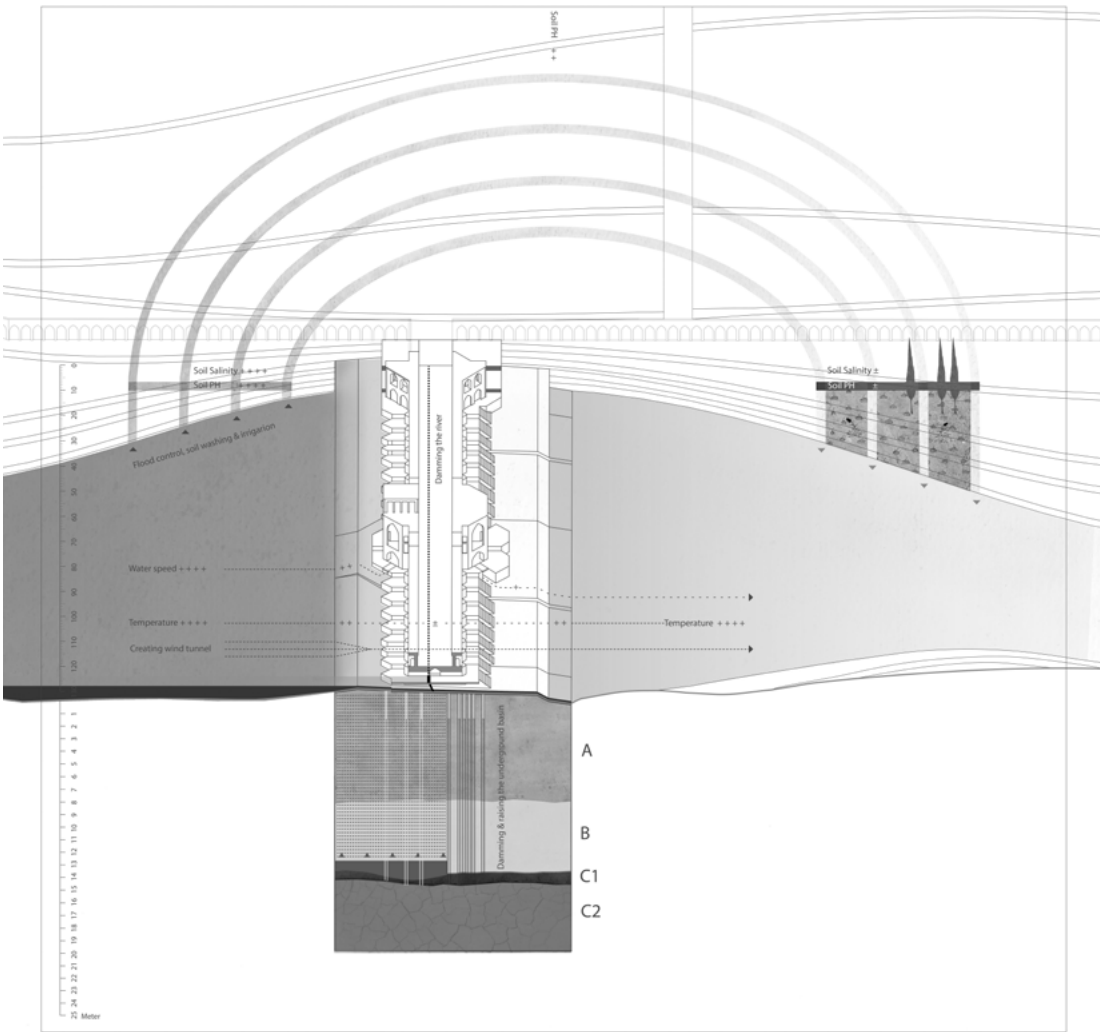
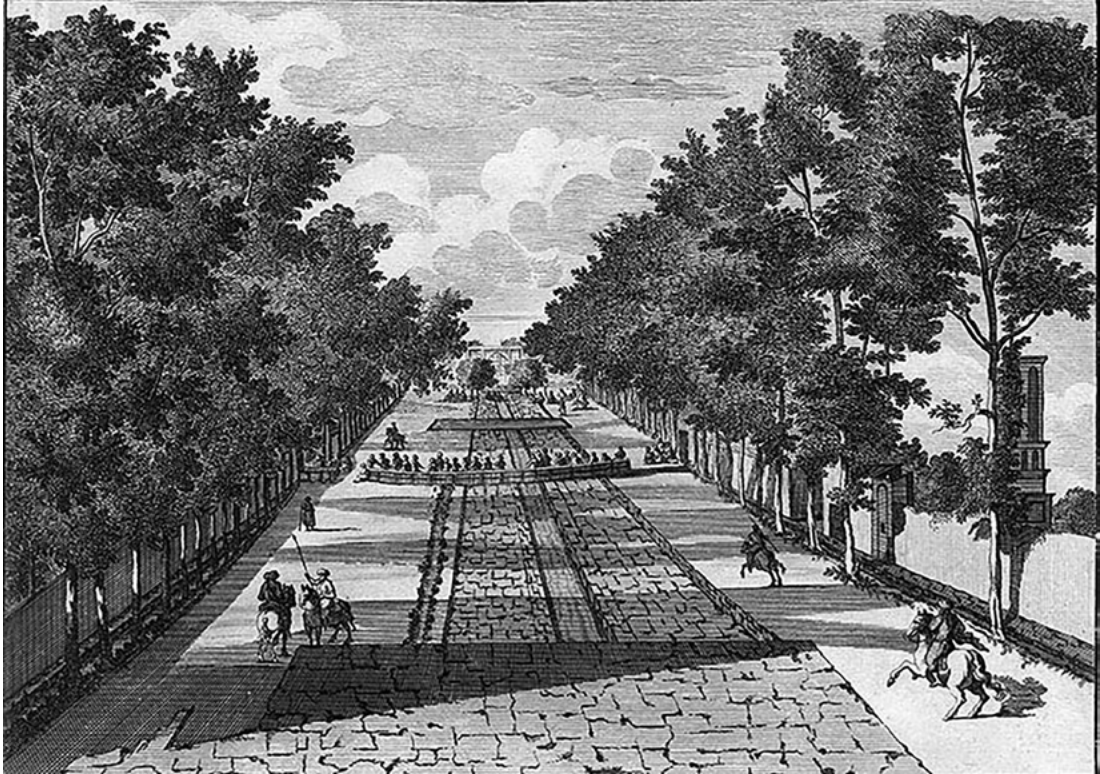
It seems that Isfahan's Safavid planners were aware of the city's natural ground, earth layers, the peculiar condition of the

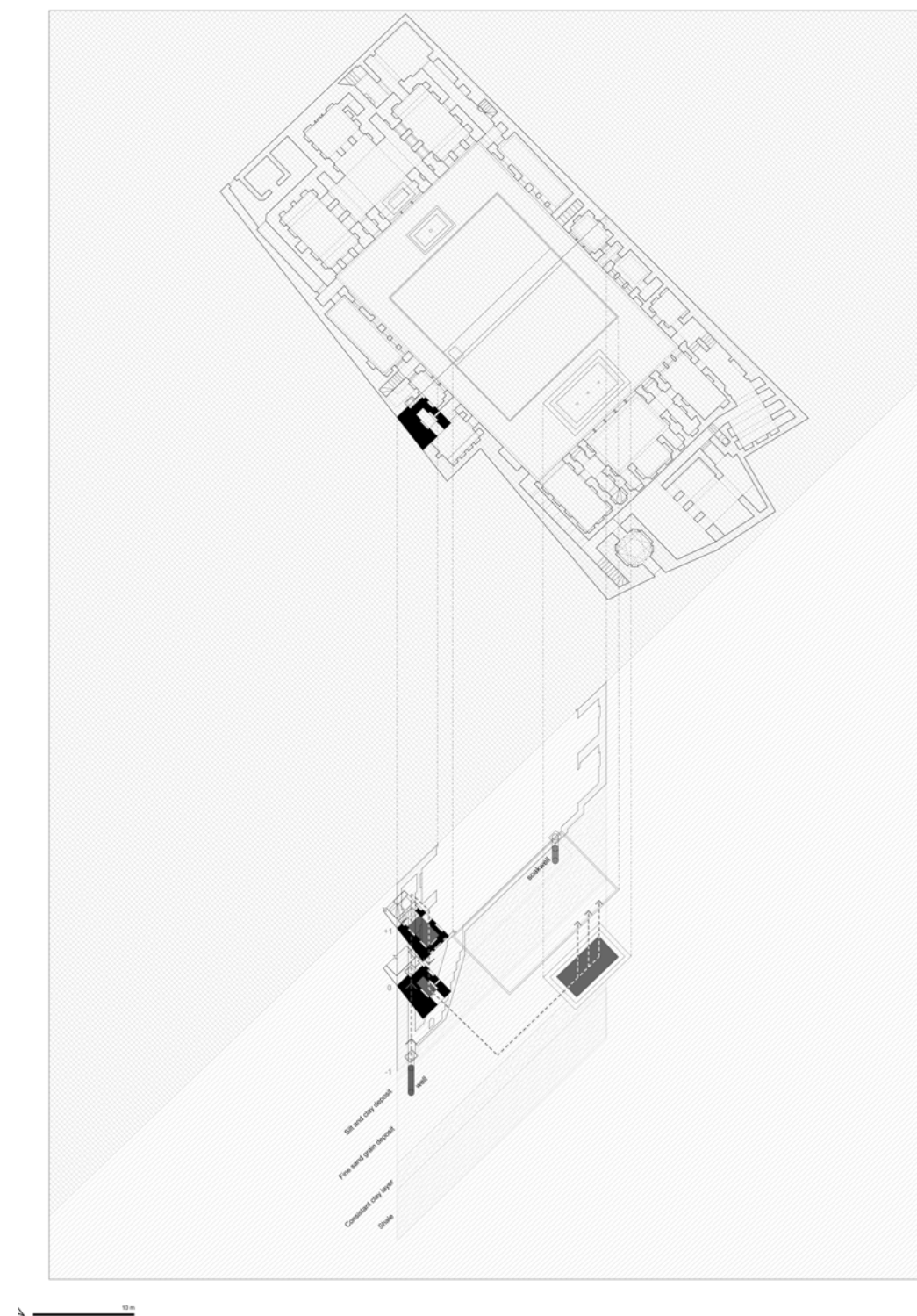
Sembra che i pianificatori della Isfahan safavide conoscessero il terreno naturale della città, gli strati di terra, la condizione peculiare del fiume, i potenziali serbatoi d’acqua, nonché le criticità come la salinità del suolo. Sapevano che la città era costruita su differenti strati geologici con gradi di porosità e penetrabilità variabili. Lo strato superficiale del terreno è fatto di depositi alluvionali e pianeggianti alcalini, poveri di nitrogeno e di componenti organiche, dunque inadatto ad essere piantato. Al di sotto si trova un altro strato di soffice sabbia eolia, che servì da serbatoio naturale per la città e che gli abitanti scavarono per costruire pozzi di profondità compresa tra i due e i sei metri (Tahvildar 1963, 16; Al-Isfahani 1989, 83). Ancora più sotto si trova uno strato compresso di scisto e *shale* che trattiene l’acqua⁶. In questo senso, la condizione geologica della pianura di Isfahan può essere considerata come una ciotola di ceramica sotterranea, un serbatoio naturale alla scala urbana in grado di immagazzinare acqua per l’uso durante le stagioni calde. La domanda allora è: come alimentare questo serbatoio? Il sistema di canali, o *mādī*⁷, deviava l’acqua a monte e la distribuiva su un’ampia superficie lungo le rive settentrionali del fiume, aumentando la possibilità di penetrazione dell’acqua e di riempimento delle falde acquifere. È interessante osservare che lo strato superficiale di Isfahan non assorbe acque condensate e sporche, ma solo le acque chiare e pulite dei *mādī* (Al-Isfahani 1989, 83). Inoltre, attraverso i *mādī*⁸, l’incultivabile strato superficiale alcalino e salato veniva costantemente pulito e il suo ph ridotto, così da preparare il terreno per la coltivazione. Una descrizione dettagliata della regolamentazione di questo elaborato sistema idrico, compresi gli aspetti legali, legati al tempo, locali e produttivi, può essere trovato in un documento comunemente conosciuto come *Sheikh Bahāeī Scroll*. Questo documento contiene molti termini usati per descrivere i diversi stati, spazi, strutture e attori legati all’acqua, rivelando il significato culturale dell’acqua nella vita quotidiana degli abitanti (Sanaan Bensi and Razavian 2023). Inoltre la povertà di azoto del terreno veniva contrastata dall’aggiunta del letame raccolto nelle torri colombaie, di cui ad Isfahan se ne potevano contare tremila (Chardin 1711, 30)! L’importanza e i benefici del letame di piccione per i terreni agricoli erano tali che antichi manuali di orticoltura come il *Marefet-e Falāhat*, scritto da Abdol Alī ibn Bīrjandī attorno al 1523,

river and potential water reservoirs, and problems like soil salinity. They understood that the city was built on different geological layers with varying degrees of porosity and penetrability. The topsoil consists of alluvial and floodplain deposits that are alkaline, poor in nitrogen and organic components, and unsuitable for plantation. Below is another layer composed of soft aeolian sand that served as a natural reservoir for the city, which the inhabitants dug with shallow wells ranging in depth from two to six metres (Tahvildar 1963, 16; Al-Isfahani 1989, 83). Underneath is a compressed layer of schist and shale that retains the water above⁶. In this sense, the geological condition of Isfahan’s plain could be considered an underground ceramic bowl, a natural reservoir at the scale of the city that can store water specifically for use during the warm seasons. The question then became: how do we feed this reservoir? The system of water channels, or *mādīs*⁷, diverted upriver water and spread it over a large surface along its northern banks, increasing the possibility of water penetration and filling up of the aquifers. Interestingly, Isfahan’s topsoil does not absorb condensed and dirty waters but only the light and clear waters of *mādīs*⁸ (Al-Isfahani 1989, 83). Also, through *mādīs*, the uncultivable alkaline salty topsoil was constantly cleansed, and its PH was reduced to prepare the ground for cultivation. A detailed description of the regulation of such an elaborated water system, including legal, temporal, local, and productive aspects, can be found in a historical document popularly known as the *Sheikh Bahāeī Scroll*. This document also contains many terms used to describe different states, spaces, structures, and actors related to water, revealing the cultural significance of water and its connections to people’s daily lives (Sanaan Bensi and Razavian 2023). Furthermore, the soil’s nitrogen poverty was improved by the manure collected in pigeon towers, of which there were about three thousand around Isfahan (Chardin 1711, 30)! The importance and benefit of pigeon manure for agricultural land were such that antique horticultural manuals like *Marefet-e Falāhat*, written by Abdol Alī ibn Bīrjandī in about 1523, had an entire chapter on keeping pigeons and architectural details of these towers. After improving the soil condition, gardens were built as a prelude to the city’s growth towards the river. In most Iranian cities, the construction of *qanāts* and gardens was

5. Si può seguire questa transizione grazie alle descrizioni che numerosi viaggiatori europei riportarono nei loro resoconti e diari di viaggio. Per esempio, nel 1599, solo un anno dopo che Isfahan divenne capitale, Abel Pinson, amministratore di Sir Anthony Shirley, scrisse nel suo rapporto: «Sepāhān (Isfahan) è grande, ma non vi sono né un bel castello né un palazzo. [...] ci sono pochi alberi nella città». Secondo queste affermazioni, Isfahan era come una città arida, diversa dall’immagine fornita trent’anni dopo da Sir Thomas Herbert, viaggiatore e storico inglese. Herbert visitò Isfahan negli ultimi anni del regno di Shāh Abbās I. Scrisse: «difficilmente si vedono case senza uno o più giardini pieni di cipressi». Secondo Tavernier, mercante e viaggiatore francese che visitò Isfahan nei primi anni del regno di Shāh Abbās II, «sembrava più una foresta che una città». Chardin, un gioielliere e viaggiatore francese che visitò Isfahan circa vent’anni dopo, scrisse similmente: «Da qualsiasi direzione si osservi la città di Isfahan la si vede come una foresta o un bosco, su cui paiono volare, grazie ai suoi alberi, le cupole azzurre e gli alti minareti costruiti per recitare l’azan». Dopo centotrent’anni gli alberi che erano stati piantati diventarono così grandi che Cornelis de Bruijn, un artista olandese che visitò Isfahan tra il 1703 e il 1704, molti anni prima dell’assedio afgano, scrisse: «quando la vedi da fuori, nessuna parte di Isfahan è distinguibile, dal momento che tutte le sue moschee, torri o grandi edifici sono sotto l’ombra delle foglie degli alberi d’estate» (Stevens 1974).

5. One can follow this transition from the descriptions that numerous European travellers to Isfahan gave in their reports and travelogues. For example, in 1599, just one year after Isfahan became the capital, Mr. Abel Pinson, steward to Sir Anthony Shirley, wrote in his report: «Sepāhān (Isfahan) is large but there exists no beautiful castle or palace in it. [...] there are a few number of trees in the city». According to this note, Isfahan was perceived as an arid city, which differed from the image provided by Sir Thomas Herbert, a British traveller and historian, thirty years later. Herbert visited Isfahan in the last years of Shāh Abbās I’s reign. He wrote: «One could scarcely see a house which did not have one or several gardens full of cypress trees». According to Tavernier, a French merchant and traveller who visited Isfahan in the early years of the reign of Shāh Abbās II, it «looked like a forest than a city». Chardin, a French jeweller and traveller who visited Isfahan around twenty years later, likewise wrote: «From every direction we look at the city of Isfahan, we see it like a forest or woodland that, through its trees, azure domes and tall minarets, built for reciting azan, are raised». After 130 years, the planted trees had become so big that Cornelis de Bruijn, a Dutch artist who visited Isfahan between 1703 and 1704, several years prior to the Afghans’ assault, wrote: «when you see it from outside, no part of Isfahan can be seen because all of its mosques, towers, or large buildings are under the city’s shade of tree leaves in the summer» (Stevens 1974).





In questa pagina:
Casa Qodsīyeh, XVII secolo, Isfahan (disegno di N. Sanaan Bensi e N. Razavian). Nelle case l'acqua veniva trasferita da un pozzo a un serbatoio posto più in alto in modo che, grazie alla gravità, i diversi ambienti potessero avere accesso all'acqua attraverso un sistema di tubazioni

In this page:
Qodsīyeh House, XVII century, Isfahan (drawing by N. Sanaan Bensi and N. Razavian). In houses, water was transferred from a well to a tank located higher, so that, thanks to gravity, the different rooms could access the water through a piping system

Nella pagina precedente, dall'alto:
Una vista del Chārbāgh Khīābān verso il centro reale e amministrativo (disegno di C. de Bruyn, 1718)

Operazioni su più livelli del ponte Khājū (disegno di N. Razavian, 2022)

In the previous page, from the top:
A view from the Chārbāgh Khīābān towards the royal and administrative centre (drawing by C. de Bruyn, 1718)

Multi-layered operations of Khājū Bridge (drawing by Nasim Razavian, 2022)

6 .Gli ingegneri di Isfahan capirono che la parte superiore di questo strato non doveva avere aperture o crepe, altrimenti l'acqua che scorreva nella falda acquifera sarebbe andata sprecata. Gli operai che scavavano i pozzi a Isfahan tradizionalmente insegnavano ai loro apprendisti che, se avessero trapanato troppo, sarebbero stati maledetti dallo Sceicco Bahaei.

6. The Isfahani engineers recognised that the upper part of this layer should not have any gaps or cracks because, otherwise, the water running in the aquifer would be wasted. Isfahani well-diggers traditionally taught their apprentices that if they overdrill, they would suffer Sheikh Bahaei's curse.

7. «In persiano antico *mādī* è *mamar*, ovvero un rigagnolo più stretto di un fiume e più grande di un ruscello [...]. Ramificazioni di *mādī* attraversavano 526 villaggi situati a sei isolati da Isfahan, e la maggior parte di quei villaggi sono grandi quanto una città e una contea. Sei *mādī* attraversavano la città e ognuno di essi era diviso in ruscelli, a loro volta divisi in un certo numero di *lat*, che trasportavano l'acqua ai giardini, ai frutteti, ai parterre, al *Chārbāgh khīābān* e alle case. Forniscono acqua a quasi due terzi dei quartieri della regione» (Tahvildar 1963, 37-38).

7. «*Mādī* in old Persian is *mamar*, which is rivulet narrower than a river and bigger than a stream [...]. Branches of *mādīs* ran through 526 villages situated at six blocks of Isfahan, and most of those villages are as big as a town

riportavano interi capitoli sull'allevamento di piccioni e sui dettagli architettonici di queste torri.

Una volta migliorate le condizioni del suolo, furono costruiti dei giardini come preludio alla crescita della città verso il fiume. Nella maggior parte delle città iraniane, la costruzione di *qanāt* e giardini faceva parte del progetto di preparazione del terreno per lo sviluppo urbano. Costruire un giardino con alberi infertili era necessario per la divisione della terra, il nutrimento del suolo⁹, l'approvvigionamento di carburante e l'umidificazione dell'aria. Parte dell'umidità che gli alberi assorbono dal terreno è rilasciata nell'aria attraverso le loro foglie, creando nel deserto umidità e un microclima favorevole. Nelle città aride, dove la differenza di temperatura tra il giorno e la notte è estremamente alta, questo meccanismo affina e rarefa questa condizione, soprattutto ad Isfahan, dove i venti secchi da nord e ovest sono particolarmente intensi: i venti forti, passando sopra boschetti umidi e frondosi, diventano miti e piacevoli, favorendo la piacevole brezza di Isfahan spesso citata nei resoconti storici. I giardini di Isfahan erano un progetto a scala urbana. Piazza Naghsh-e Jahān, per esempio, fu costruita sopra l'antico giardino Naghshe-e Jahān (Galdieri 1970) e il boulevard Chārbāgh Khīābān¹⁰ era ricoperto su entrambi i lati da giardini di proprietà del re, degli ufficiali di corte o dei più abbienti della città. Il *khīābān* si estendeva per circa cinque chilometri e mezzo dal centro amministrativo (*dowlāt-khāneh*) di Shāh Abbās I nel cuore della città fino al giardino reale di Hezār-Jārib sull'altra sponda del fiume. I giardini erano disposti su una griglia lungo l'asse centrale e circondati da muri con motivi in mattoni forati. Gli alberi piantati su entrambi i lati del *khīābān* fornivano ombra ai passanti. L'acqua scorreva al centro del *khīābān* grazie a un *mādī*, lungo il quale si trovavano piccole vasche d'acqua, dove le persone potevano sedersi all'ombra e godere del suono e della frescura dell'acqua, creando una passeggiata pubblica per la città. I giardini ricoprivano i margini del fiume, creando argini morbidi particolarmente importanti durante le stagioni delle piene.

Un'ulteriore misura per migliorare l'alimentazione delle falde acquifere e la penetrazione dell'acqua fu quella di ridurre la velocità del flusso del fiume e, soprattutto, sigillare ogni potenziale via di fuga per l'acqua attraverso dighe sotterranee. Recenti indagini geologiche hanno chiarito che uno dei principali punti di fuga tettonici

part of the land preparation project for the city's development. Building a garden with barren trees was necessary for the division of land, soil nutrition⁹, fuel supply, and air moistening. Part of the moisture absorbed by the trees from the soil is released into the air through their leaves, creating humidity and a microclimate in the desert. In dry cities where the temperature difference between day and night is extremely high, this mechanism refines and rarefies this condition, particularly in Isfahan, where the dry north and west winds were especially intense: strong winds, passing over moist and leafy groves, become gentle and enjoyable, turning into the pleasant breeze of Isfahan as often noted in historical records. The gardens of Isfahan were a project on an urban scale. Naghsh-e Jahān square, for example, was built over the old Naghshe-e Jahān garden (Galdieri 1970), and Chārbāgh Khīābān¹⁰ (boulevard) was covered on both sides with gardens that belonged to the king, the court officials, or the city's wealthy. The *khīābān* extended about five to five and a half kilometres from the administrative centre (*dowlāt-khāneh*) of Shāh Abbās I at the heart of the city to the royal garden of Hezār-Jārib on the other side of the river. The gardens were set on a grid along the central axis and enclosed by walls with hollow brick patterns. The planted trees on both sides of the *khīābān* provided shade for passers-by. Water flowed through the middle of the *khīābān* thanks to a *mādī*. Alongside the *mādī*, there were small pools where people could sit under the shade and enjoy the sound and coolness of the water, creating a public promenade for the city. The gardens covered the river's margins, creating soft embankments that were especially important during flood seasons. Another measure for better feeding the underground aquifers and improving water penetration was to reduce the speed of the river's flow and, more importantly, to seal off any potential water escape routes through underground dams. Recent geological surveys clarified that one of the main critical tectonic escaping points of Isfahan is located just underneath the Khājū Bridge, where the underground water basin gets close to the surface. The bridge was strategically located, and its foundation prevented the escape of water by damming it underground (Shah-Karami 2006, 87-88). The hydraulic system composed of *mādīs* and dam bridges works through multiple operations, such as damming, weiring, postponing, collecting, and slowing. The bridge has three different levels, with locks,



Una vista verso gli stagni di ghiaccio degli *yakhchāl* di Isfahan (foto di P. Damadan, 2004)

A view towards the ice ponds of Isfahan's *yakhchāls* (photo by P. Damadan, 2004)

and county. Six *mādīs* ran through the city, and each of them is divided into brooks, and each brook is divided into a number of *lat*'s, transporting water to gardens, orchards, parterres, *Chārbāgh khiābān*, and houses. They supply water for almost two-thirds of the neighborhoods of the region» (Tahvildar 1963, 37-38).

8. Ogni casa aveva un serbatoio interrato che garantiva la ripulitura graduale delle acque brune e il loro assorbimento sotto terra. Le case avevano anche cisterne per le feci, che non si potevano mescolare all'acqua dei serbatoi grazie alla bassa penetrabilità del suolo. La cisterna doveva essere svuotata ogni giorno o molto spesso (Chardin 1994).

8. Every house had a soak well, which allowed the brown water to be slowly cleansed and absorbed underground. Houses also had a separate faeces tank, which did not mix with the water reservoir due to the low penetrability of the soil. The tank had to be emptied daily or within a short amount of time (Chardin 1994).

9. Nel deserto, il terreno che non viene regolarmente pulito da piogge o inondazioni può essere pulito mediante drenaggio, ma lavare il terreno significa sprecare acqua. È meglio dunque iniziare piantando alberi che possano resistere alle condizioni povere e alcaline del terreno.

9. In the desert, the soil that is not regularly cleaned by rain or flood should be cleaned by drainage. Washing soil means wasting water, so it is best to start with planting trees that can withstand the alkaline and poor soil conditions.

di Isfahan si trova proprio sotto al ponte Khājū, dove il bacino idrico sotterraneo si avvicina alla superficie. Il ponte era dunque stato posizionato strategicamente e le sue fondazioni impedivano l'uscita d'acqua creando una diga sotterranea (Shah-Karami 2006, 87-88). Il sistema idraulico composto da *mādī* e ponti-diga funziona attraverso molteplici operazioni, come arginare, sbarrare, rinviare, raccogliere e rallentare. Il ponte ha tre diversi livelli con chiuse, cunicoli e gradini sul fondo per sigillare il fiume ed aumentare di circa due metri il livello dell'acqua sul lato superiore. Nella parte inferiore del fiume, cunicoli, gradini e pavimenti inclinati creano un complesso meccanismo che, oltre a rallentare il flusso dell'acqua, soprattutto durante la stagione delle piene, produce molta schiuma, bolle e, quindi, ossigeno, fornendo un habitat ideale per i pesci e attivando altre forme di vita oltre agli uomini (Sanaan Bensi and Razavian 2023).

In questo modo, ogni volta che il livello dell'acqua diminuiva, la chiusura del ponte Khājū determinava un innalzamento del livello del serbatoio e dei pozzi poco profondi delle aree residenziali, risolvendo così la carenza d'acqua nelle giornate estive. I piani superiori del ponte Khājū ospitano passeggiate pubbliche e numerosi *iwān* (balconi), trasformando l'intera struttura in un punto panoramico, che accoglie gli spettatori, un vero e proprio luogo di ritrovo per la città. A scala territoriale il ponte era parte di un più ampio sistema di circolazione e una delle principali porte di accesso alla città.

Un'altra strategia utilizzata dagli abitanti del deserto era quella di congelare l'acqua durante i brevi inverni e immagazzinare il ghiaccio per le lunghe e calde estati. Nel deserto le fredde notti invernali, l'aria secca e il vento che disperde le nuvole riducono la possibilità di nevicate, rendendolo ideale per il processo di congelamento dell'acqua. L'architettura dello *yakhchāl* è l'esatta materializzazione di tutte queste delizie ecologiche e l'epitome della pura immaginazione. Ad Isfahan gli *yakhchāl* si trovavano in prossimità dei *mādī*, che li alimentavano. I produttori di ghiaccio di Isfahan approfittavano delle notti invernali più fredde e immagazzinavano l'acqua in stagni poco profondi, spesso meno di cinquanta centimetri. Gli stagni erano circondati da alti muri, che ne garantivano ombreggiamento e protezione dai venti per tutto il giorno. L'acqua congelata veniva rotta e immagazzinata strato per strato in pozzi profondi. Dopo qualche settima-

tunnels, and steps on the bottom to seal off the river and raise the water level on the upper side by about two metres. On the lower side of the river, the tunnels, steps, and sloping flooring create a complex mechanism that, in addition to slowing down the water flow, particularly during the flood season, also produces a lot of foam, bubbles, and hence oxygen, providing an ideal habitat for fish and activating other forms of life besides humans (Sanaan Bensi and Razavian 2023). Thus, whenever the water level decreased, closing the river at Khājū Bridge raised the level in the reservoir and the shallow wells in residential areas, resolving the water shortage in the summer days. The upper floors of the Khājū Bridge provide strolling paths as well as several small *iwāns* (balconies), turning the whole bridge into an observation structure, hosting spectators and an actual gathering space for the city. On a territorial scale, the bridge was part of the broader circulation system and one of the main gates to the city.

Another strategy used by desert dwellers was to freeze the water during the short winters and store the ice for the long, hot summers. In the desert, the cold winter nights, the dry air, and the wind that disperses the clouds reduce the chance of snowfall, making it ideal for the freezing process of water. The architecture of *yakhchāl* is the precise materialisation of all these ecological delights and the epitome of pure imagination. In Isfahan, the *yakhchāls* were in proximity to the *mādīs* and fed by them. Isfahani's ice makers took advantage of the coldest winter nights and stored the water in shallow ponds, often less than fifty centimetres deep. The ponds were surrounded by tall walls, guaranteeing shade and protection from the wind throughout the day. The frozen water was broken and stored layer by layer in deep pits. After a few weeks, when the pit was filled with ice, it was covered with straw and mud until it was enough to protect the ice from melting when the hot days came. Many European visitors to Isfahan were surprised that everyone, even the poor, had access to clean ice and drank ice water in the heat of summer.

Like other Iranian cities in the desert, Isfahan was built and grew based on *istimbāt*, despite being situated along a river. In Isfahan, the entanglement of soil, water, and air, the infrastructure, and the architecture sought to nurture the local capacities and a gradual revealing of its "latent potentialities". Zāyandeh Rūd was regarded as a hidden source rather than an evident real one and became a cause

na, quando i pozzi erano pieni di ghiaccio, venivano coperti con paglia e fango in misura sufficiente a prevenire lo scioglimento del ghiaccio all’arrivo delle giornate calde. Molti visitatori europei erano sorpresi che tutti, anche i poveri, avessero accesso a ghiaccio pulito e bevessero acqua ghiacciata nella calura estiva.

Come altre città iraniane nel deserto, Isfahan venne costruita e si sviluppò sul principio dell’*istīnbāt*, nonostante fosse situata lungo un fiume. Ad Isfahan l’intreccio tra suolo, acqua e aria, tra infrastruttura e architettura ha cercato di alimentare le condizioni locali, rivelando gradualmente le sue “potenzialità latenti”. Lo Zāyandeh Rūd era considerato come una fonte nascosta invece che reale ed evidente, diventando motivo di preoccupazione. Il ponte Khājū funzionava in modo simile alla linea di faglia naturale del paesaggio del deserto, che forma una diga geologica e blocca l’acqua sotterranea. D’altra parte, dal momento che la maggior parte delle città nel deserto venivano costruite su coni alluvionali dove le piene annuali riducono la salinità dei suoli, i *mādī* avevano lo stesso compito. L’uso di escrementi umani e di piccione per migliorare le condizioni del suolo è comparabile al processo di rinnovamento del terreno attraverso la sedimentazione delle inondazioni nei coni alluvionali di altre città desertiche dell’altopiano iraniano.

Isfahan ci ricorda che nel deserto le fonti d’acqua disponibili dovrebbero essere utilizzate come potenzialità. Qualsiasi attività estrattiva dovrebbe dunque essere basata sull’attenta considerazione delle modificazioni che le molteplici relazioni intricate potrebbero provocare su un territorio apparentemente vuoto come quello del deserto.

of concern. The Khājū Bridge operated similarly to the desert landscape’s natural fault line, which dams geologically and hinders underground water. On the other hand, as most of the desert cities were built on alluvial fans where the annual floods reduce the soil salinity, *mādīs* also had the same task. The use of human and pigeon excrement for improving the soil condition is also comparable to the soil renewal process through flood sedimentation in alluvial fans in other desert cities in the Iranian Plateau. The case of Isfahan reminds us that the available water sources in the desert should be treated as a potential. Thus, any extractive practice should carefully consider the modifications on the multiple entangled relationships hidden in a seemingly empty territory, such as the desert.

10. A differenza di *bīābān*, *khīābān* significa letteralmente sentiero di un giardino o luogo ricco di acqua e vegetazione. Il termine, la cui etimologia non è definita in modo univoco, è stato usato nelle fonti storiche per riferirsi a diverse idee (Matini 1379, 57-99; Sanaan Bensi 2018, 169-203).

10. In contrast to *bīābān*, *khīābān* literally means a path in the garden or a place full of water and vegetation. The word has been used in historical sources to refer to different ideas, and there are differing views about its etymology (Matini 1379, 57-99; Sanaan Bensi 2018, 169-203).

Bibliografia / References

AL-ISFAHANI, M., SOTOUDEH, M. (1989) *Nesf-i Jahān fī Ta’rīf-i al-Isfahān*. Tehran: Amir Kabir Publication.

AMIR-SHAHKARAMI, A. (2006) “Re-reading the engineering of Khājū Bridge”. *Golestan-e Honar* 6, 81-94.

BADI’IE, R. (1999) *Joghṛāfiyā-ye Mofasal-e Iran*. Tehran: Eghbal.

BROWNE, EG. (1901) *Account of a Rare Manuscript History of Isfahan*. Cambridge: Fellow of Pembroke College.

CHARDIN, J. (1994) *Travelogue of Chardin*. Tehran: Toos Press.

COSTE, P. X. (1867) *Monuments Modernes de la Perse*. Paris: Morel.

KRUSIŃSKI JUDASZ, T., MATTHEE, R. P. (2018) *The History of the Late Revolutions in Persia: An Eyewitness Account of the Fall of the Safavid Dynasty*. London: I.B. Tauris

FISHER, W. B. (ed) (1968) *The Cambridge History of Iran. Vol 1*. Cambridge: Cambridge University Press.

GALDIERI, E. (1970) “Two Building Phases of the Time of Sāh ‘Abbās I in the Maydān-i Sāh of Isfahan: Preliminary Note”. *East and West*, 20(1/2), 60–69.

HONARFAR, L. (1993) *Ashnāyī bā Shahr-e Tārikhī-ye Esfahan*. Isfahan: Enteshārāt-e Golhā

LOCKHART, L. (1958) *The Fall of the Ṣafavī Dynasty and the Afghan Occupation of Persia*. Cambridge: Cambridge University Press.

MONSHI, E. (1930) *History of Shah ‘Abbas the Great (Tārik-e ‘ālamārā-ye ‘Abbāsī)*, Vol. 2. Boulder Colo: Westview Press.

NAJAFI, E. (2023) *Namak-nameh: Essays on Iranian Gusto*. Tehran: Maan centre.

RAFI’IE MEHABADI, A. (1973) *Āthār-e-Melli-ye-Esfahan*. Tehran: Enteshārāt-e Anjoman-e Āthār-e Mellī.

SANAAN BENSI, RAZAVIAN, N. (2023) *Hidden Waters: Isfahan*. <https://www.hiddenwaters.net/isfahan-amsterdam/isfahan/territory> (accessed on December 17 2023).

STEVENS, R. (1974) “European Visitors to the Safavid Court”. *Iranian Studies*, 7(3/4), 421–457

TAHVILDAR ESFAHAN, M., SOTOUDEH, M. (1963) *Jogāfiyā-ye Esfahān, Jogāfiyā-ye Rabī’ī va Ensānī va Āmār-e Aṣnāf-e Shahr*. Tehran: Tehran University Press.

TAVERNIER, J. B. (1958) *Travelogue of Tavernier*. Isfahan: Chapkhane-ye Parvin.

